

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

特開平9-8205

(10)公開日 平成9年(1997)1月10日

(51)Int.Cl.

H01L 23/50

著別記号

厅内整理番号

F1

H01L 23/50

→3

23/12

23/12

技術表示箇所

4

23/12

5

(11)出願番号

特願平7-170490

審査請求 未請求 項次項の数7 FD (全15頁)

(12)出願日

平成7年(1995)6月14日

(11)出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(12)発明者 山田 雄一

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(12)発明者 佐々木 貴

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

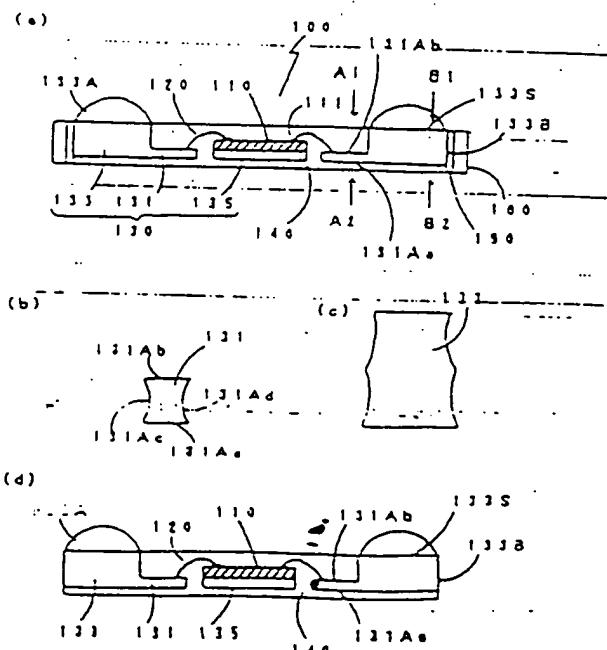
(11)代理人 井澤士 小西 雄英

(51)【発明の名称】断面封止型半導体装置

(57)【要約】 (修正有)

(目的) 多層化に対応でき、且つ、アウターリードの位置ズレや平坦性の問題にも対応できる断面封止型半導体装置を提供する。

(構成) 一體的に連結したリードフレーム素材と同じ厚さの外部回路と接続するための端子柱133とを有し、且つ、端子柱はインナーリードの外周側に右側インナーリードに対して反対方向に直交して設けられており、端子柱の先端面に半田等からなる端子部を設け、端子部を封止用樹脂部から露出させ、端子柱の外周側の側面を封止用樹脂部から露出させており、インナーリードは、断面形状が略方角で第1面131Aa、第2面Ab、第3面Ac、第4面Adの4面を有しており、かつ第1面はリードフレーム素材と同じ厚さの他の部分の一方の面と同一平面上にあって第2面に向き合っており、第3面、第4面はインナーリードの内側に向かって凹んだ形状に形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2段エッティング加工によりインナーリードの厚さがリードフレーム素材の厚さよりも薄肉に外芯加工されたリードフレームを用いた半導体装置であって、前記リードフレームは、リードフレーム素材よりも薄肉のインナーリードと、該インナーリードに一体的に連結したリードフレーム素材と同じ厚さの外部回路と接続するための柱状の端子部とを有し、且つ、端子部はインナーリードの外周側においてインナーリードに対して厚み方向に直交して設けられており、端子部の先端面に半田弓からなる端子部を抜け、端子部を封止用樹脂部から露出させ、端子部の外周側の側面を封止用樹脂部から露出させており、インナーリードは、断面形状が馬方形で第1面、第2面、第3面、第4面の4面を有しており、かつ第1面はリードフレーム素材と同じ厚さの他の部分の一方の面と同一平面上にあって第2面に向き合っており、第3面、第4面はインナーリードの内側に向かって凹んだ形状に形成されていることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項2】 2段エッティング加工によりインナーリードの厚さがリードフレーム素材の厚さよりも薄肉に外芯加工されたリードフレームを用いた半導体装置であって、前記リードフレームは、リードフレーム素材よりも薄肉のインナーリードと、該インナーリードに一体的に連結したリードフレーム素材と同じ厚さの外部回路と接続するための柱状の端子部とを有し、且つ、端子部はインナーリードの外周側においてインナーリードに対して厚み方向に直交して設けられており、端子部の先端の一部を封止用樹脂部から露出させて端子部とし、端子部の外周側の側面を封止用樹脂部から露出させており、インナーリードは、断面形状が馬方形で第1面、第2面、第3面、第4面の4面を有しており、かつ第1面はリードフレーム素材と同じ厚さの他の部分の一方の面と同一平面上にあって第2面に向き合っており、第3面、第4面はインナーリードの内側に向かって凹んだ形状に形成されていることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項3】 請求項1ないし2において、半導体素子はインナーリード間に収まり、該半導体素子の電極部はワイヤによりインナーリードと電気的に接続されていることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項4】 請求項3において、リードフレームはダイバッドを有しており、半導体素子はダイバッド上に搭載され、固定されていることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項5】 請求項3において、リードフレームはダイバッドを持たないので、半導体素子はインナーリードとともに直接固定用テープにより固定されていることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項6】 請求項1ないし2において、半導体素子は半導体素子の電極部側の面をインナーリードの第2面

に絶縁性接着材により固定されており、該半導体素子の電極部はワイヤによりインナーリードの第1面と電気的に接続されていることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項7】 請求項1ないし2において、半導体素子はバンプによりインナーリードの第2面に固定されて電気的にインナーリードと接続していることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【背景上の利用分野】 本発明は、半導体装置の多基化に対応でき、且つ、アウターリードの位置ズレ(スキュー)やアウターリードの平坦性(コブラナリティー)の問題に付ぶできる、リードフレームを用いた樹脂封止型半導体装置に関するもの。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より用いられていう樹脂封止型の半導体装置(プラスティックリードフレームパッケージ)

は、一般に図15(a)に示されるような構造であり、半導体素子LS20を搭載するダイバッド部LS11や

所留の回路との電気的接続を行うためのアウターリード部LS13、アウターリード部LS13に一体となったインナーリード部LS12、該インナーリード部LS12の先端部と半導体素子LS20の電極パッドLS21

とを電気的に接続するためのワイヤLS30、半導体素子LS20を封止して外界からの応力、汚染から守る半導体LS40等からなっており、半導体素子LS20をリードフレームのダイバッド部LS11部等に搭載した後

に、電極LS40により封止してパッケージとしたもので、半導体素子LS20の電極パッドLS21に対応できる旨のインナーリードLS12を必要とするものである。そして、このような樹脂封止型の半導体装置の組立

部等として用いられる(单層)リードフレームは、一般には図15(b)に示すような構造のもので、半導体素子を搭載するためのダイバッドLS11と、ダイバッドLS11の周囲に設けられた半導体素子と接続するためのインナーリードLS12、該インナーリードLS12に接続して外部回路との接続を行うためのアウターリードLS13、樹脂封止する際のダムとなるダムバーLS14

、リードフレームLS10全体を支撐するフレーム(2)部LS15等を備えており、通常、コバルト、42%ニッケル-鉄合金、鈷系合金のような硬質に強めた金属を用い、プレス法もしくはエッティング法により形成されていた。尚、図15(b)(ロ)

は、図15(b)(イ)に示すリードフレーム平面図のF1-F2における断面図である。

【0003】 このようなリードフレームを利用した樹脂封止型の半導体装置(プラスティックリードフレームパッケージ)においても、電子機器の薄型化小形化の特徴と半導体素子の高集成化に伴い、小型薄型化かつ半導体の

增大化が進む。その結果、樹脂封止型半導体装置、特にQFP (Quad Flat Package) 及びTQFP (Thin Quad Flat Package) 等では、リードの多ビン化が著しくなってきた。上記の半導体装置に用いられるリードフレームは、既述のものはオトトリソグラフィー技術を用いたエッティング加工方法により作製され、複数でないものはプレスによる加工方法による作製されるのが一般的であったが、このような半導体装置の多ビン化には、リードフレームにおいても、インナーリード部元板の微細化が進み、当時は、複数なものに対しては、プレスによる打ち抜き加工によらず、リードフレーム部材の板厚が0.25mm程度のものを用い、エッティング加工で対応してきた。このエッティング加工方法の工程について以下、図14に基づいて簡単に述べておく。まず、銀合金もしくは42%ニッケル-鉄合金からなる厚さ0.25mm程度の鋼板(リードフレーム素材1410)を十分洗浄(図14(a))した後、藍クロム酸カリウムを感光液とした水溶性カゼインレジスト等のフォトレジスト1420と鋼板の両表面に均一に塗布する。(図14(b))次いで、所定のパターンが形成されたマスクを介して高压水噴射でレジスト層を曝光した後、所定の現像液で感光性レジストを現像して(図14(c))、レジストバターン1430を形成する。次に、塩化第二鉄水溶液を主たる成分とするエッティング液にて、スプレーにて該鋼板(リードフレーム素材1410)に吹き付け所定の寸法形状にエッティングし、貴重せし。(図14(d))次いで、レジスト層を剥離処理し(図14(e))、洗浄後、所定のリードフレームを得て、エッティング加工工程を了する。このように、エッティング加工等によって作成されたリードフレームは、更に、所定のエリアに並べ替え等が施される。次いで、洗浄、乾燥等の処理を経て、インナーリード部を固定用の接着剤付きポリイミドテープにてテープング処理したり、必要に応じて所定の量タブ吊りバーを白化加工し、ダイバッド部をダウントする処理を行う。しかし、エッティング加工方法においては、エッティング液による露出は被加工部のエッティングの他に板厚(面)方向にも進むため、その表面化加工にも堪能があるのが一般的で、図14に示すように、リードフレーム部材の両面からエッティングするため、ラインパンナブルームや次の場合、ライン間隔の加工方法では、板厚の50~100%程度と言われている。又、リードフレームの加工工程等のアフターリードの程度を考えた場合、一般的には、その板厚は約0.125mm以上必要とされている。この点、図14に示すようなエッティング加工方法の場合、リードフレームの板厚を0.15mm~0.125mm程度まで薄くすることにより、ワイヤボンディングのための必要な平坦幅7.0~8.0μmを確保し、0.165mmピッチ程度の微細なインナーリード部元板のエッティングによる加工を達成してきたが、これが限度とされていた。

(0004) しかしながら、近年、樹脂封止型半導体装置は、小パッケージでは、音板等であるインナーリードのピッチが0.165mmピッチを越えて、既に0.15~0.13mmピッチまでの狭ピッチ化要求がでてきた事と、エッティング加工において、リード部材の板厚を薄くした場合には、アセンブリ工程や実装工程といった後工程におけるアフターリードの強度確保が難しいという点から、単にリード部材の板厚を薄くしてエッティング加工を行う方法にも限界が出てきた。

(0005) これに対応する方法として、アフターリードの強度を確保したまま微細化を行う方法で、インナーリード部分をハーフエッティングもしくはプレスにより薄くしてエッティング加工を行う方法が提案されている。しかし、プレスにより薄くしてエッティング加工をおこなう場合には、後工程においての精度が不足する(例えば、カッキエリアの平坦性)、ボルディング等モールディング時のクランプに必要なインナーリードの平坦性、寸法精度が確保されない、製版を2度行なわなければならぬ等製造工程が複雑になる、専門知識が多くある。そして、インナーリード部分をハーフエッティングにより薄くしてエッティング加工を行う方法の場合にも、板厚を2度行なわなければならず、製造工程が複雑になるという問題があり、いずれも実用化には、未だ至っていないのが現状である。

(0006)

(発明が解決しようとする課題) 一方、半導体装置の多ビン化に伴いインナーリード部が狭くならぬ半導体装置を実装する際に、アフターリードの位置ズレ(スキュー)や平坦性(コブラナリティー)の直し悪しが大きな問題となってきた。本発明は、このような状況のもと、多ビン化に対応でき、且つ、アフターリードの位置ズレ(スキュー)や平坦性(コブラナリティー)の問題にも対応できる半導体装置の提供をしようとするものである。

(0007)

(課題を解決するための手段) 本発明の樹脂封止型半導体装置は、2段エッティング加工によりインナーリードの板厚がリードフレーム素材の厚さよりも薄めに外形加工されたリードフレームを用いた半導体装置であって、前記リードフレームにて、リード部材を形成する各面のインナーリードと、該インナーリードに一体的に連結したリードフレーム部材と同じ厚さの外部回路と接続するための端子部とを有し、且つ、端子部はインナーリードの外露面においてインナーリードに対して厚み方向に直交して設けられており、端子部の先端面に半円形からなる端子部を設け、端子部を封止用樹脂部から露出させ、端子部の外露側の側面を封止用樹脂部から露出させており、インナーリードは、断面形状が馬蹄形である。

(1)

特許平9-8205

6

面、第2面、第3面、第4面の4面を有しており、かつ第1面はリードフレーム素材と同じ厚さの他の部分の一方の面と同一平面上にあって第2面に向き合っており、第3面、第4面はインナーリードの内側に向かって凹んだ形状に形成されていることを特徴とするものである。また、本発明の差幅封止型半導体装置は、2段エッティング加工によりインナーリードの厚さがリードフレーム素材の厚さよりも薄く外形加工されたりードフレームを用いた半導体装置であって、前記リードフレームは、リードフレーム素材よりも薄肉のインナーリードと、インナーリードに一体的に形成したリードフレーム素材と同じ厚さの外周回路と接続するための柱状の電子部とそれを構成する。且つ、電子部はインナーリードの外周側においてインナーリードに対して厚み方向に直交して抜けられており、電子部の元部の一端を封止用樹脂部から露出させて電子部とし、電子部の外周側の側面を封止用樹脂部から露出させており、インナーリードは、断面形状が絶対形で第1面、第2面、第3面、第4面の4面を有しており、かつ第1面はリードフレーム素材と同じ厚さの他の部分の一方の面と同一平面上にあって第2面に向き合っており、第3面、第4面はインナーリードの内側に向かって凹んだ形状に形成されていることを特徴とするものである。そして、上記において、半導体電子子は、インナーリード部間に収まり、該半導体電子子の電極部(パッド)はワイヤにてインナーリードと電気的に接続されていることを特徴とするものである。また、該リードフレームはダイパッドを有し、半導体電子子はダイパッド上に搭載、固定されていることを特徴とするものであり、該リードフレームはダイパッドを持たないもので、半導体電子子はインナーリードとともに補強用テープにより固定されていることを特徴とするものである。また、上記において、リードフレームはダイパッドを持たないもので、当該半導体電子子はインナーリードとともに補強用テープにより固定されていることを特徴とするものである。また、上記において、半導体電子子は、半導体電子子の電極部(パッド)の面をインナーリードの第2面に接着性接着材により固定されており、該半導体電子子の電極部(パッド)はワイヤによりインナーリードと電気的に接続されていることを特徴とするものである。また、上記において、半導体電子子は、パンプによりインナーリードの第2面に固定され、電気的にインナーリードと接続していることを特徴とするものである。上記において、電子部の元部面に半田等からなる電子部を設け、電子部を封止用樹脂部から露出させる場合、半田等からなる電子部は封止用樹脂部から突出したもののが一般的であるが、必ずしも突出する必要はない。また、電子部の外周側の側面を封止用樹脂部から露出させて、その上に用いる場合もあるが、封止用樹脂部から露出させて部分を接着材等を介して保護層で覆っても良い。

(0008)

【作用】本発明の差幅封止型半導体装置は、上記のように構成することにより、リードフレームを用いた差幅封止型半導体装置において、多電子化に対応でき、且つ、従来の図13(b)に示す單層リードフレームを用いた場合のように、アウターリードのフォーミング工程を必要としないため、これらの工程に起因して発生していたアウターリードのスキューリ問題やアウターリードの平坦化(コーブラティティ)の問題を全く無くすことができる半導体装置の提供を可能とするものである。すなはち、2段エッティング加工によりインナーリードの厚さが素材の厚さよりも薄く外形加工された。即ち、インナーリードを直接に加工された多ビンのリードフレームを用いることにより、半導体装置の多電子化に対応できるものとしている。更に、後述する、図11に示す2段エッティングにより作成されたリードフレームを用いることにより、インナーリード部の第2面は平坦性を確保でき、ワイヤボンディング性の良いものとしている。また第1面も平坦面で、第3面、第4面はインナーリード側に凹凸であるためインナーリード部は、定位しており、且つ、ワイヤボンディングの平坦端を広くとれる。(0009)

【実施例】本発明の差幅封止型半導体装置の実施例を図にそって説明する。先ず、実施例1の差幅封止型半導体装置を図1～図2に示し、説明する。図1(a)は実施例1の差幅封止型半導体装置の断面図であり、図1(b)は図1(a)のA1-A2におけるインナーリード部の断面図で、図1(c)は図1(a)のB1-B2における電子部の断面図で、図2(a)は実施例1の差幅封止型半導体装置の構成図であり、図2(b)はその正面図を、図2(c)は下面図を示している。図1、図2中、100は半導体装置、110は半導体電子子、111は電極部(パッド)、120はワイヤ、130はリードフレーム、131はインナーリード、131Aaは第1面、131Abは第2面、131Acは第3面、131Adは第4面、133は電子部、133Aは電子部、133Bは側面、133Sは元部面、135はダイパッド、140は封止用樹脂である。本実施例1の差幅封止型半導体装置においては、図1(a)に示すように、半導体電子子110は、インナーリード間に収まり、且つ、半導体電子子は、図1(a)で半導体電子子110の電極部(パッド)111を上にして、半導体電子子110の電極部(パッド)111と元部面とは互対側の面にてダイパッド135上に搭載され、固定されている。そして、電極部(パッド)111はインナーリード131の第2面131Abにてワイヤ120により、電気的に接続されている。本実施例1の半導体装置100と外周回路との電気的な接続は、電子部133の元部面133Sに受けられた半球状の半田からなる電子部133Aを介してプリント基板等へ接続されることにより行われる。尚、実施例1の半導体装置において、必ずしも保護層

50

180を設ける必要はなく、図1(d)に示すような厚さ180を設けない構造のままでも良い。

(0010) 実施例1の半導体装置100に使用のリードフレーム130は、42%ニッケル-鉄合金を素材としたもので、そして、図9(a)に示すような形状をした、エッチングにより外形加工されたリードフレーム130Aを用いたものであり、電子部品133部分や他の部分の厚さより薄肉に形成されたインナーリード部131をもつ、ダムバー136は基盤封止する際のダムとなる。尚、図9(a)に示すような形状をした、エッチングにより外形加工されたリードフレーム130Aを、本実施例においては用いたが、インナーリード部131と電子部品133以外は最終的に不要なものであるから、特にこの形状に規定はされない。インナーリード部131の厚さは40μm、インナーリード部131以外の厚さは0.15mmでリードフレーム素材の板厚のままである。インナーリード部131以外の板厚は0.15mmに限らず更に薄い0.125m~0.50mm程度でも良い。また、インナーリードピッチは0.12mmと長いピッチで、半導体装置の多基板化に対応できるものとしている。インナーリード部131の第2面131Abは平坦状でワイヤボンディングしやすい形状となっており、図1(b)に示すように、第3面131Aと第4面131Abはインナーリード側へ凹んだ形状をしており、第2面131Ab(ワイヤボンディング面)を強くしても生産的に良いものとしている。

(0011) 本実施例においては、インナーリード131の長さが短かく、インナーリード131部にヨレが発生しやすい点、直説図9(a)に示すような、インナーリード先端がそれぞれ分離された形状のリードフレーム130をエッチング加工にして作成し、これに後述する方針により半導体電子部子を形成して製版封止している。インナーリード131が長く、インナーリード131部にヨレを生じる場合には、直説図9(a)に示す形状にエッチング加工することは出来ないため、図9(c1-(イ))に示すようにインナーリード先端部を連結部131Bにて固定した状態にエッチング加工した後、インナーリード131部を高圧テープ160で固定し(図9(c))

(ロ) 170次いでプレスにて、半導体装置作成の際には不要の連結部131Bを除去し、この状態で半導体電子部子を形成して半導体装置を作成する。(図9(c))

(0012) 次に本実施例1の樹脂封止型半導体装置の製造方法を図8に基づいて簡単に説明する。先ず、後述するエッチング加工にて外形加工された、図9(a)に示すリードフレーム130Aを、インナーリード131元部の第2面131Abが図8で上にならうようにして用ました。(図8(a))

次いで半導体電子部子110の電極部111側の面を図8で上にして、半導体電子部子モバイパッド135上に設置、因

50 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000

定した。(図8(b))

半導体電子部子110をダイパッド135に固定した後、半導体電子部子110の電極部111とインナーリード部131元部の第2面とをワイヤ120にてボンディングした。(図8(c))

次いで、通常の封止用樹脂140で基板封止を行った後、不要なリードフレーム130の底面140面から露出している部分をブリスにて切断し、電子部品133を形成するとともに電子部品133の側面133Bを形成した。(図8(d))

図9に示すリードフレーム130Aのダムバー136、フレーム部137等を除去した。この後、リードフレームの電子部の外側の面に半導体の半田からなる電子部品133Aを作成して半導体装置を作成した。(図8(e))

次いで、長角棒180を接着材190を介して電子部の側面を覆うように、外周全体に設けた。(図8(f))

尚、長角棒180は、半導体装置の構造の点と、電子部の側面が露出することにより封止用樹脂と電子部の樹脂から水分が入り半導体装置にクラックが入り破損してしまうことがないようにする為に設けたものであるが、必ずしも必要としない。また、樹脂による封止は所定の型を用いて行うが、半導体電子部子110のサイズで、且つ、リードフレームの電子部の外側の面が若干樹脂から伸びて突出した状態で封止した。

(0013) 本発明の半導体装置に用いられるリードフレームの製造方法を以下、図にそって説明する。図11は、本実施例1の樹脂封止型半導体装置に用いられるリードフレームの製造方法を説明するため、インナーリード元部部を含む要部における各工程断面図であり、ここで作成されるリードフレームを示す平面図である図9(a)のD1-D2部の断面部における製造工程図である。図11は、1110はリードフレーム素材、1120A、1120Bはレジストパターン、1130は第一の開口部、1140は第二の開口部、1150は第一の凹部、1160は第二の凹部、1170は平坦状面、1180はエッチング抵抗層を示す。先ず、42%ニッケル-鉄合金からなり、厚さが0.15mmのリードフレーム素材110の両面に、電気伝導性を有する導光層とした水性カゼインレジストを塗布した後、所定のパターン版を用いて、所定形状の第一の開口部1130、第二の開口部1140を形成した。(図11(a))

第一の開口部1130は、後のエッチング加工においてリードフレーム素材1110をこの開口部からベタ状にリードフレーム素材よりも薄肉に露出するためのもので、レジストの第二の開口部1140は、インナーリード元部部の形状を形成するためのものである。第一の開口部1130は、少なくともリードフレーム1110のインナーリード元部部形成領域を含むが、後工程において、

インナーリード元部品 131A を形成した。(図 1 (c))

第 1 回目のエッティング加工にて作成された、リードフレーム面に平行なエッティング形成面は平坦であるが、この面を決して 2 面はインナーリード側にへこんだ凹状である。次いで、洗浄、エッティング抵抗層 980 の第三、レジスト層(レジストバターン 1120A, 1120B)の第三を行い、インナーリード元部品 131A が洗浄加工された図 9 (a) に示すリードフレーム 130A を得た。エッティング抵抗層 1180 とレジスト層(レジストバターン 1120A, 1120B)の第三は水酸化ナトリウム水溶液により溶解除去した。

(0014) 上記、図 1 に示すリードフレームの第三万法は、本実施例に用いられる、インナーリード元部品を直角に形成したリードフレームをエッティング加工により形成する方法で、特に、図 1 に示す、インナーリード元部の第 1 面 131Aa を直角部以外の他の部分と同一面に、第 2 面 131Ab と対向させて形成し、且つ、第 3 面 131Ac, 第 4 面 131Ad をインナーリードの内側に向かって凹んだ形状にするエッティング加工方法である。前述する実施例 3 の半導体装置のようにバンプを用いて半導体素子をインナーリードの第 2 面 131Ab に形成し、インナーリードと電気的に接続する場合には、第 2 面 131Ab をインナーリード側に凹んだ形状に形成した方がバンプ接続の歯の片角度が大きくなる。

3. 図 1 に示すエッティング加工方法が採用される。図 1 に示すエッティング加工方法は、第 1 回目のエッティング工程までは、図 1 に示す方法と同じであるが、エッティング抵抗層 1180 を第二の凹部 1160 側に埋め込んだ後、第一の凹部 1150 側から第 2 回目のエッティングを行い、直角部をもつて異なる。但し、第 1 回目のエッティングにて、第二開口部 1140 からのエッティングを充分に行っておく。図 1 に示すエッティング加工方法によって得られたリードフレームのインナーリード元部の断面形状は、図 6 (b) に示すように、第 2 面 331Ab がインナーリード側にへこんだ凹状になる。

(0015) 尚、上記図 1, 図 1 に示すエッティング加工方法のよう、エッティングを 2 段階にわけて行うエッティング加工方法を、一般には 2 段エッティング加工方法といつており、複数加工に有利な加工方法である。本発明に用いた図 9 (a) に示す、リードフレーム 130A の製造においては、2 段エッティング加工方法、バンプ形成形状を工芸することにより部分的にリードフレーム部材を薄くしながらも加工をする方法とが併行して採用されており、リードフレーム部材を薄くした部分においては、特に、微細な加工ができるようにしている。図 1-1, 図 1-2 に示す、上記の方ににおいては、インナーリード元部品 131A の表面化加工は、第二の凹部 1160 の形状と、最終的に得られるインナーリード元部の厚さとに左右されるもので、例えば、板厚 1.50 mm

て、テーピングの工程や、リードフレームを固定するクランプ工程で、ベタ状に露出された部分的に薄くなったり部分との段差が崩壊になる場合があるので、エッティングを行うエリアはインナーリード元部の表面加工部分だけにせず大きめにとる必要がある。次いで、板厚 57°C. 比重 4.8 ポーメの塩化第二鉄酸板を用いて、スプレー圧 2.5 kg/cm<sup>2</sup> にて、レジストバターンが形成されたりードフレーム部材 1110 の両面をエッティングし、ベタ状(平坦状)に露出された第一の凹部 1150 の段差がリードフレーム部材の約 2/3 倍程度に達した時点でエッティングを止めた。(図 11 (b))

上記第 1 回目のエッティングにおいては、リードフレーム部材 1110 の両面から同時にエッティングを行ったが、必ずしも両面から同時にエッティングする必要はない。本実施例のように、第 1 回目のエッティングにおいてリードフレーム部材 1110 の両面から同時にエッティングする理由は、両面からエッティングすることにより、前述する第 2 回目のエッティング時間を短縮するため、レジストバターン 9208 側からのみの片面エッティングの場合と比べ、第 1 回目エッティングと第 2 回目エッティングの total 時間が短縮される。次いで、第一の開口部 1130 側の露出された第一の凹部 1150 にエッティング抵抗層 1180 としての耐エッティング性のあるホットメルト型ワックス(ブレインク・エヌ・エヌ・エヌ社製の型番 MR-WB6)を、ダイコータ用いて、塗布し、ベタ状(平坦状)に露出された第一の凹部 1150 に埋め込んだ。レジストバターン 1120A 上も該エッティング抵抗層 1180 に塗布された状態とした。(図 11 (c))

エッティング抵抗層 1180 を、レジストバターン 1120A 上全面に塗布する必要はないが、第一の凹部 1150 を含む一端にのみ塗布することは露しある。図 11 (c) に示すように、第一の凹部 1150 とともに、第一の開口部 1130 側全面にエッティング抵抗層 1180 を塗布した。本実施例で採用したエッティング抵抗層 1180 は、アルカリ耐性型のワックスであるが、基本的にエッティング時に耐性があり、エッティング時にある程度の柔軟性のあるものが、軽く、特に、上記ワックスに固定されず、UV-硬化型のものでもない。このようにエッティング抵抗層 1180 をインナーリード元部の形状を形成するためのバターンが形成された面側の露しある第一の凹部 1150 に塗布することにより、後工程でのエッティング時に第一の凹部 1150 が露出されて大きくならないようにしているとともに、両面粗なエッティング加工に対しての耐性的な強度特性をしており、スプレー圧を高く(2.5 kg/cm<sup>2</sup> 以上)とすることができ、これによりエッティングが露し方向に進行しやすくなる。この後、第 2 回目のエッティングを行い、ベタ状(平坦状)に露出された第二の凹部 1160 の元部側からリードフレーム部材 1110 をエッティングし、貫通させ、

まで薄くすると、図11 (e) に示す、平坦幅W1を1.00μmとして、インナーリード先端部ピッチロが0.15mmまで微細加工可能となる。板厚tを3.0μm程度まで薄くし、平坦幅W1を7.0μm程度とすると、インナーリード先端部ピッチロが0.12mm程度まで微細加工ができるが、板厚t、平坦幅W1のとり方次第ではインナーリード先端部ピッチロは更に使いピッチまで作製が可能となる。ちなみに、インナーリード先端部ピッチロを0.08mm、板厚2.5μmで平坦幅4.0μm程度が確保できる。

(0016) このようにエッティング加工にてリードフレームを作製する際、インナーリードの長さが短かい場合等、製造工程でインナーリードのヨレが発生しにくい場合には、直角図9 (a) に示す形状のリードフレームエッティング加工にて得るが、インナーリードの長さが長く、インナーリードにヨレが発生しやすい場合には、図9 (c) (イ) に示すように、インナーリード先端部から連結部131Bを設け、インナーリード先端部端部を直角にした形状にして形成したものを用て、半導体装置作製には不必要な連結部131Bをプレス等により切断除去して図9 (a) に示す形状を得る。尚、前述のように、図9 (c) (イ) に示すものを切断し、図9 (a) に示す形状にする際には、図9 (c) (ロ) に示すように、電子・漏泄のため高強度テープ1-6-0-(ポリイミドテープ)を使用する。図9 (c) (ロ) の状態で、プレス等により連結部131Bを切断除去するが、半導体素子は、テープをつけた状態のままで、リードフレームに貼り付けてそのまま巻き戻し封止されている。図9 (c) (ロ) は、切断部分を示すものである。

(0017) 本実施例1の半導体装置に用いられたリードフレームのインナーリード部131の断面形状は、図13 (イ) (a) に示すようになっており、エッティング平坦部131Aの側の幅W1はほぼ平坦で反対側の面の幅W2より若干大きくなっている。W1、W2 (約1.00μm)、ともこの部分の板厚tに向かってWよりも大きくなっている。このようにインナーリード先端部の側面は広くなっているため、どちらにしても半導体素子 (図示せず) とインナーリード先端部131Aとワイヤ120A-T20Bによる接続 (ボンディング) がし易いものとなっているが、本実施例の場合にはニッティング面側 (図13 (ロ) (a)) をボンディング部としている。図9 (c) (ロ) はエッディング面側によく平坦面、131Aaはリードフレーム用材面、121A、121Bはのつき部である。エッティング平坦部がラビの無い面であるため、図13 (ロ) (a) の場合は、特に接続 (ボンディング) 適性が強れる。図13 (ハ) は図14に示す加工方法にて作製されたリードフレームのインナーリード先端部131Bと半導体素子 (図示せず) との接続 (ボンディング) を示すものであるが、この場合もインナーリード先端部131Bと

の両面に平坦ではあるが、この部分の反対方向の面に比べ大きくなっている。また両面ともリードフレーム部であるが、結果 (ボンディング) 面は本実施例のニッティング平坦面よりも劣る。図13 (ニ) はプレス (ニッティング) によりインナーリード先端部を扁平化した後にニッティング加工によりインナーリード先端部1331C、1331Dを加工したものの、半導体素子 (図示せず) との接続 (ボンディング) を示したものであるが、この場合はプレス面側が図に示すように平坦にならないため、どちらの面を用いて接続 (ボンディング) しても、図11 (ニ) の (a)、(b) に示すように接続 (ボンディング) の際に不足感が悪く品質的にも問題となる場合が多い。尚、1331Abはコイニシング面である。

(0018) 次に実施例1の巻轴封止型半導体装置の実施例を挙げる。図3 (a) ~図3 (e) は、それぞれ、実施例1の巻轴封止型半導体装置の変形例の断面図である。図3 (a) に示す実施例の半導体装置は、実施例1の半導体装置とは、ダイパッド135の位置が異なるもので、ダイパッド部135が外部に露出している。ダイパッド部135が外部に露出していることにより、実施例1に比べ、熱の発散性が優れている。図3 (b) に示す実施例の半導体装置も、ダイパッド部135が外部に露出させているものであり、実施例1に比べ、熱の発散性が優れている。実施例1や図3 (a) に示す実施例とは、半導体素子110の向きが異なり、ワイヤボンディング面をリードフレームの第1面に設けている。図3 (c)、図3 (d)、図3 (e) に示す実施例は、それぞれ実施例1、図3 (a) に示す実施例、図3 (b) に示す実施例において、半導体の半田からなる電子部を避け、電子部の面を直接電子部として用いているものであり、製造工程を簡略化した構造となっている。

(0019) 次いで、実施例2の巻轴封止型半導体装置を挙げる。図4 (a) は実施例2の巻轴封止型半導体装置の断面図であり、図4 (b) は図4 (a) のA3-A4におけるインナーリード部の断面図で、図4 (c) は図4 (a) のB3-B4における電子部の断面図である。尚、実施例2の半導体装置の外観は実施例1とほぼ同じとなるが、図は省略した。図3中、2-0-0は半導体装置、210は半導体素子、211は電極部 (パッド)、220はワイヤ、230はリードフレーム、231はインナーリード、231Aaは第1面、231Abは第2面、231Acは第3面、231Adは第4面、233は電子部、233Aは電子部、233Bは封面部、233Sは上端面、240は封止用樹脂、270は高強度固定用テープある。本実施例2の半導体装置においては、リードフレーム230はダイパッドを持たないもので、半導体素子2-10はインナーリード2-3-1ととともに高強度固定用テープ270により固定されており、半導体素子2-10は、半導体素子の電極部 (パッド)、211

例はワイヤ220により、インナーリード231の第2面231A0と接着されている。本実施例2の場合も、実施例1場合と同じに、半導体装置200と外部回路との電気的な接続は、電子部233の元部に受けられた半導体の半田からなる電子部233Aを介してプリント基板2へ伝達されることにより行われる。

(0020) また、本実施例2の半導体装置は、図10(a)、10(b)に示す、ダイバンドを持たない、エッティングにより外花加工されたリードフレーム230Aを用いたもので、その製造方法は実施例1とほぼ同じ工程であるが、異なる点は、実施例1の場合には半導体電子をインナーリードに固定した状態でワイヤボンディングを行い、接着封止しているのに対し、本実施例2の場合には、半導体電子210をインナーリード231とともに接着固定用テープ270上に固定した状態で、ワイヤボンディング工程を行い、接着封止している点である。尚、接着封止後のプレスによる不具部分の凹部、電子部の形成は、実施例1と同様である。図10(a)に示すリードフレーム230Aを得るには、図9(a)に示すリードフレーム130Aを得た場合と同様にしてある。即ち、図7(c)～(d)に示すエッティング加工された後のものを切削し、図10(a)に示す形状にする。この様、図10(c)～(d)に示すように、通常、溝注のため接着テープ260(ポリイミドテープ)を適用する。

(0021) 図5(a)～図5(c)は、実施例2の半導体装置の変形例半導体装置の断面図である。図5(a)に示す変形例半導体装置は、半導体電子の向きが図5(a)で、電子部を有する面を下側にしている点、およびワイヤボンディング面をリードフレームの第1面に接して電子部で実施例2の半導体装置と異なる。図5(b)、図5(c)に示す変形例半導体装置は、それぞれ実施例2の半導体装置、図5(a)に示す変形例の二種半導体において、半導体の半田からなる電子部を設けず、電子部の面を直接電子部として用いているものである。保護枠がなく、電子部233の側面233Bを露出に突出している。テストタグでの信号のチェックがしやすい構造となっている。

(0022) 次いで、実施例1の接着封止型半導体装置を示す。図6(a)は実施例3の接着封止型半導体装置の断面図であり、図6(b)は図6(a)のA5-A6におけるインナーリード部の断面図で、図6(c)は図6(a)のS5-B6における電子部の断面図である。尚、実施例3の半導体装置の外観も実施例1とは同じとなる。図は省略した。図6中、300は半導体装置、310は半導体電子、312はバンプ、330はリードフレーム、331はインナーリード、331Aaは第1面、331Abは第2面、331Aaは第3面、331Adは第4面、333は電子部、333Aは電子部、333Bは側面、333Sは上端面、340は50基板、410は半導体電子、411はパッド、430は

封止用接着剤、350は高強度テープである。本実施例3の半導体装置においては、半導体電子310は、バンプ311によりインナーリード331の第2面331Abに固定され、電気的にインナーリード331と接続している。リードフレーム330は、図10(a)、図10(b)に示す外花のもので、図11に示すエッティング加工により作成されたものを用いている。図13(イ)～(vi)に示すように、インナーリード331の両面の幅W1A、W2A(約100μm)ともこの部分の板厚を方向中間の幅WAよりも大きくなっている。且つ、インナーリード331の第2面331Abはインナーリードの内側に向かって凹んだ形状で、第1面331Aaが平坦であることより、インナーリードの改良化に対応できるとともに、インナーリード331の第2面331Abにおいて、半導体電子とバンプにて電気的に接続するには、図13(口)～(d)のように接続がしやすいものとしている。また、本実施例3の場合も、実施例1や実施例2の場合と同様に、半導体装置300と外部回路との電気的な接続は、電子部333元部に受けられた半導体の半田からなる電子部333Aを介してプリント基板2へ伝達されることにより行われる。

(0023) 実施例3の半導体装置は、実施例1の半導体装置の場合とは異なり、図12に示すエッティングにより外花加工されたリードフレームを用いたものであるが、半導体装置自体の作製方法はほぼ同じ工程である。異なる点は、実施例1の半導体装置の場合には半導体電子をインナーリードに固定した状態でワイヤボンディングを行い、接着封止しているのに対し、本実施例3の半導体装置の場合には、半導体電子310をインナーリード331にバンプを介して固定して電気的に接続した後で接着封止している点である。尚、接着封止後のプレスによる不具部分の切削、電子部の形成は、実施例1の半導体装置の場合と同じである。

(0024) 図6(d)は、実施例3の半導体装置の変形例半導体装置の断面図である。図6(d)に示す変形例半導体装置は、実施例3の半導体装置において、半導体の半田からなる電子部を設けず、電子部の面を直接電子部として用いているものである。保護枠を無くして電子部333の側面333Bを側面に露出している点、テストタグでの信号の接続がしやすい構造となっている。更にこの電子部333の側面333Bを露出させると上部から接続しやすい構造とすることもできる。

(0025) 次いで、実施例4の接着封止型半導体装置を示す。図7(a)は実施例4の接着封止型半導体装置の断面図であり、図7(b)は図7(a)のA7-A8におけるインナーリード部の断面図で、図6(c)は図6(a)のS7-B8における電子部の断面図である。尚、実施例4の半導体装置の外観も実施例1とは同じとなる。図は省略した。図7中、400は半導体装置、410は半導体電子、411はパッド、430は

リードフレーム、431はインナーリード、431Aaは第1面、431Abは第2面、431Acは第3面、431Adは第4面、433は電子部、433Aは電子部、433Bは側面、433Sは上面面、440は封止用樹脂、470は接着性接着材である。本実施例の場合、半導体素子410のパッド331側の面をインナーリード331の第2面431Abに接着性接着材470を介して固定し、パッド411とインナーリード431の第1面431Aaとをワイヤ420にて電気的に接続したものである。使用するリードフレームは実施例3と同じ、図10(a)、図10(b)に示す外観形状のものを使用している。また、本実施例4の場合も、実施例1や実施例2の場合と同様に、半導体装置400と外部回路との電気的な接続は、電子部333元端部に抜けられた子供状の半田からなる電子部433Aを介してプリント基板等へ接続されることにより行なわれる。

(0026) 図7(d)は、実施例4の半導体装置の変形半導体装置の断面図である。図7(d)に示す変形例半導体装置は、実施例4の半導体装置において、半球状の半田からなる電子部を抜けず、電子部の面を直角端子部として用いているものである。保護膜を無くして電子部433の側面433Bを側面に露出している。テスター等での信号のチェックがし易い構造となっている。  
[0.0.2.7.]

(発明の効果) 本発明の封止型半導体装置は、上記のように、リードフレームを用いた封止型半導体装置において、多様化に対応でき、且つ、従来の図13(b)に示すアウターリードを持つリードフレームを用いた場合のようにダムバーのカット工程や、ダムバーの抜け工程を必要としない、即ち、アウターリードのスチールの問題や、平坦性(コープラナリティ)の問題を克服でき、半導体装置の提供を可能としている。また、QFPやBGAに比べるとパッケージ内部の配線長が短くなるため、生存容量が小さくなり伝達速度もを短くすることを可能にしている。

(図面の簡単な説明)

(図1) 実施例1の封止型半導体装置の断面図

(図2) 実施例1の封止型半導体装置の断面図及び下面図

(図3) 実施例1の封止型半導体装置の変形例の図

(図4) 実施例2の封止型半導体装置の断面図

(図5) 実施例2の封止型半導体装置の変形例の図

(図6) 実施例3の封止型半導体装置の断面図

(図7) 実施例4の封止型半導体装置の断面図

(図8) 実施例1の封止型半導体装置の作成工程を説明するための図

(図9) 本発明の封止型半導体装置に用いられるリードフレームの図

(図10) 本発明の封止型半導体装置に用いられるリードフレームの図

(図11) 本発明の封止型半導体装置に用いられるリードフレームの作成方法を説明するための図

(図12) 本発明の封止型半導体装置に用いられるリードフレームの作成方法を説明するための図

(図13) インナーリード元素見でのワイヤボンディングの距離を示す図

(図14) 従来のリードフレームのエッティング加工工程を説明するための図

(図15) 封止型半導体装置及び半導体リードフレームの図

(符号の説明)

100, 200, 300, 400

封止型半導体装置

410, 210, 310, 410

電子部

111, 211, 411

基(パッド)

312

シブ

20 120, 220, 420

イヤ

120A, 120B

イヤ

L2.1A-L2.1B

つまみ

130, 230, 330, 430

リードフレーム

131, 231, 331, 431

インナーリード

131Aa, 231Aa, 331Aa, 431Aa

131Ab, 231Ab, 331Ab, 431Ab

131Ac, 231Ac, 331Ac, 431Ac

131Ad, 231Ad, 331Ad, 431Ad

131B

133, 233, 333, 433

電子

133A, 233A, 333A, 433A

133B, 233B, 333B, 433B

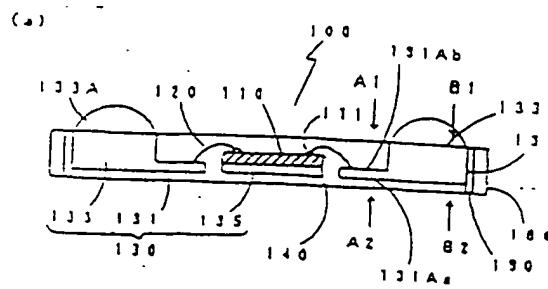
133S, 233S, 333S, 433S

140, 240, 340, 440

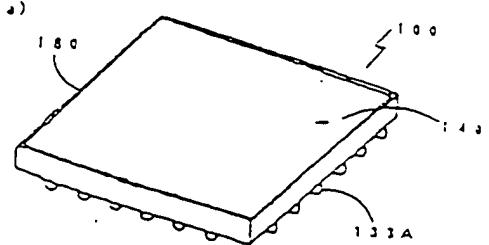
封止用樹脂

17	18
190	ードフレーム裏面
260	1331A6
強用テープ	イニシング面
270	1410
強固定用テープ	ードフレーム裏面
350	1420
強用テープ	オトレジスト
470	1430
強性接着材	ジストバターン
1110	地 10 1440
ードフレーム裏面	ンナーリード
1120A, 1120B	1510
ジストバターン	ードフレーム
1130	1511
一の窓口部	イバッド
1140	1512
二の窓口部	ンナーリード
1150	1512A
一の凹部	ンナーリード元窓部
1160	地 20 1513
二の凹部	クターリード
1170	1514
強状面	ムバー
1180	地 15 15
フテング強状面	レーム部(座部)
1320B, 1320C, 1320D	エ 1520
イヤ	底部元部
1321B, 1321C, 1321D	15-21
つき部	底部(バッド)
1331B, 1331C, 1331D	地 30 1530
ンナーリード元窓部	15-40
1331A2	止用空隙

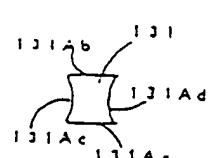
( 1 )



(四 2)

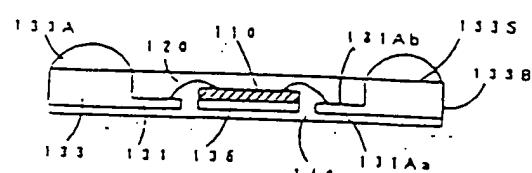


( 6 )

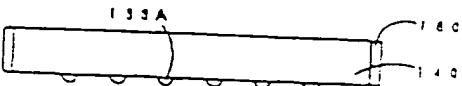


(c)

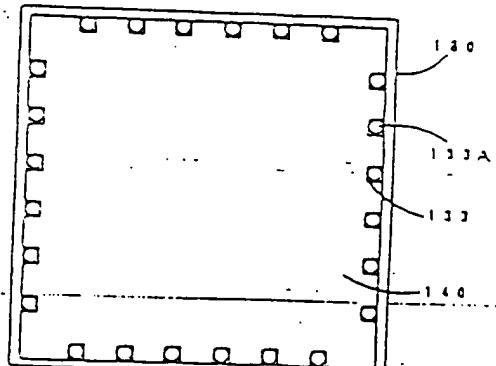
(d)



(b)

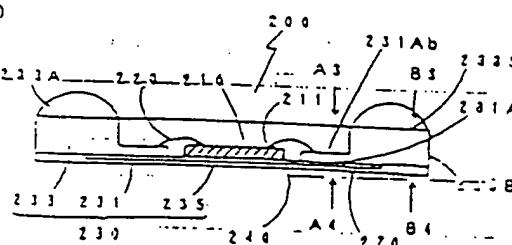


( c )

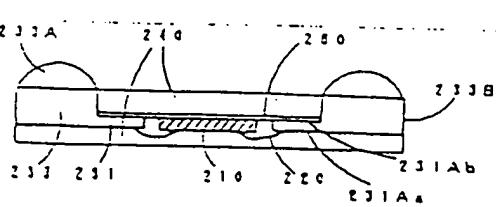


(圖 4)

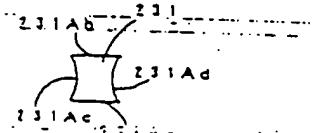
( 2 )



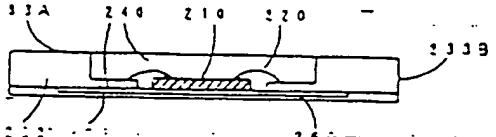
(四5)



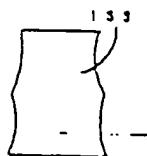
( 5 )



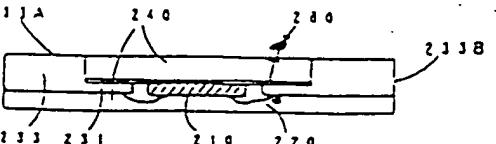
(b)



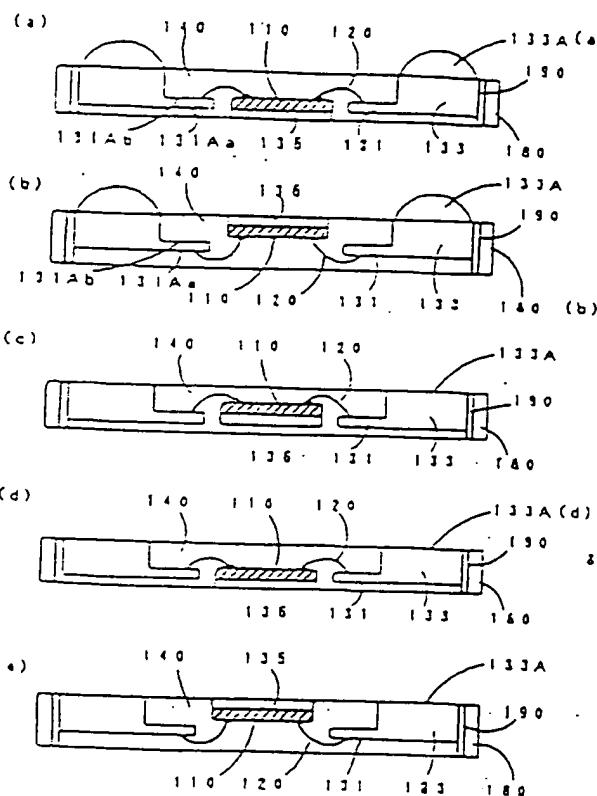
( c )



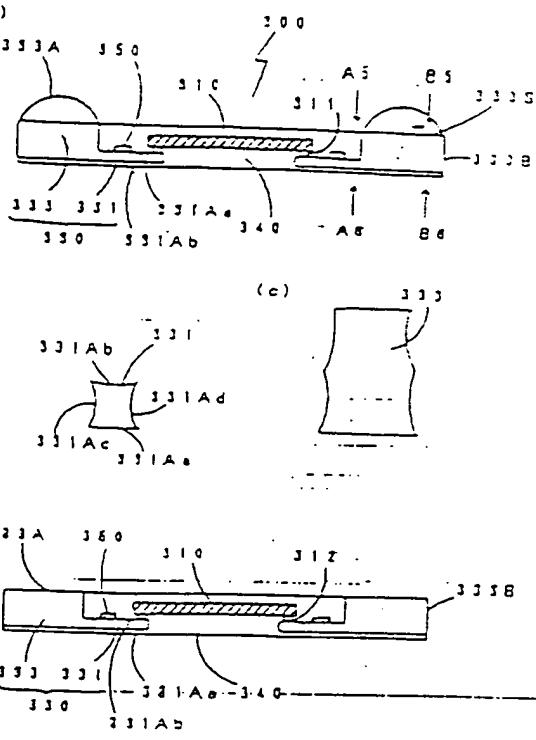
15



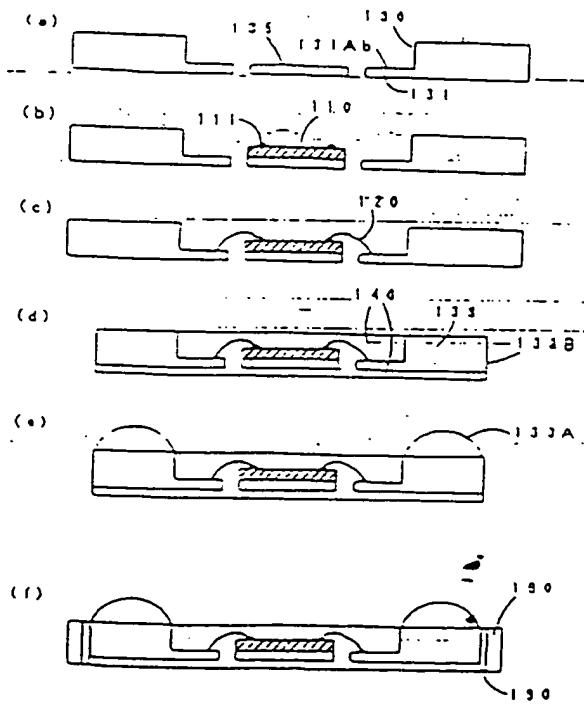
(図3)



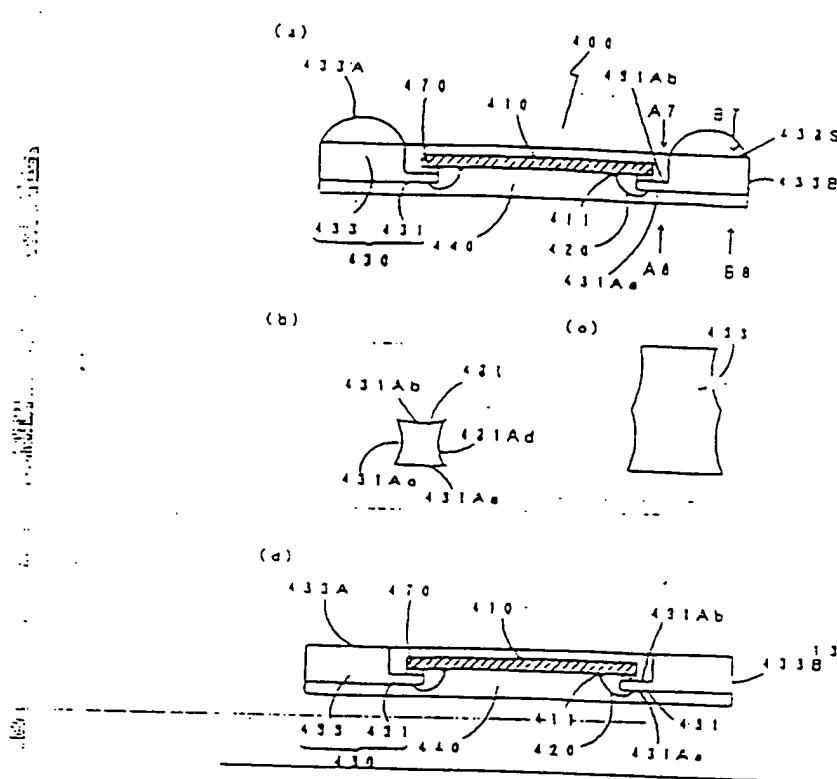
(図6)



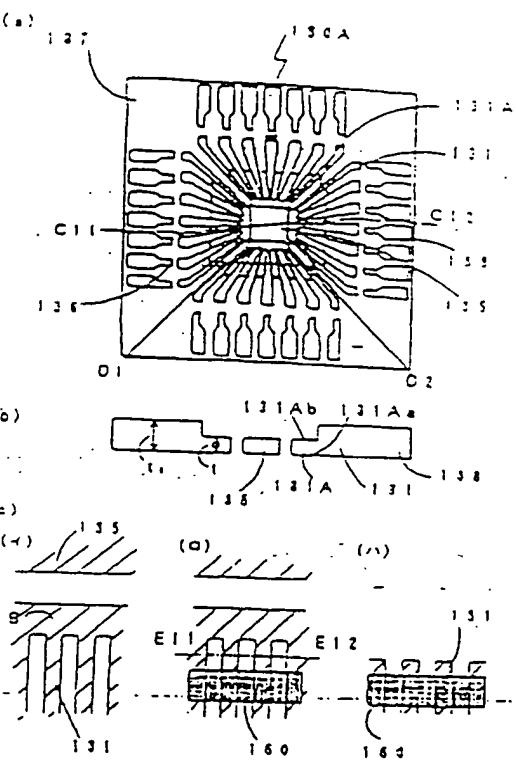
(図8)



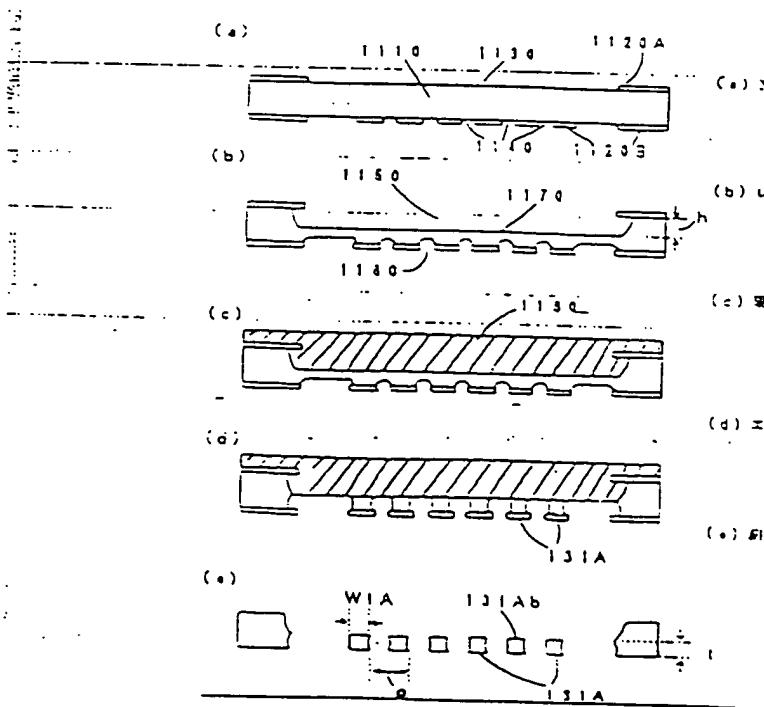
(図7)



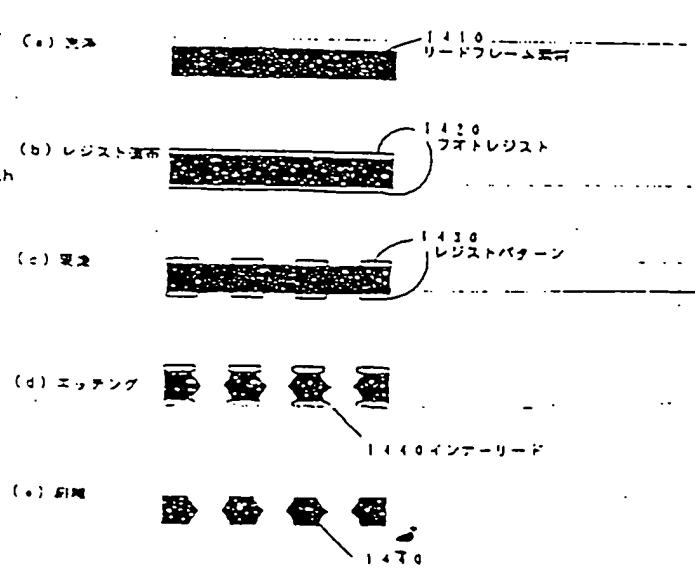
(図9)



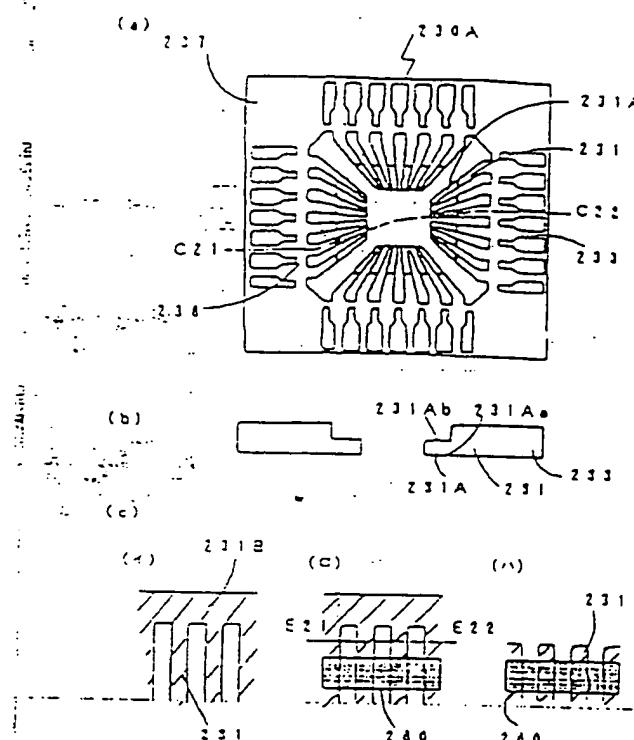
(図11)



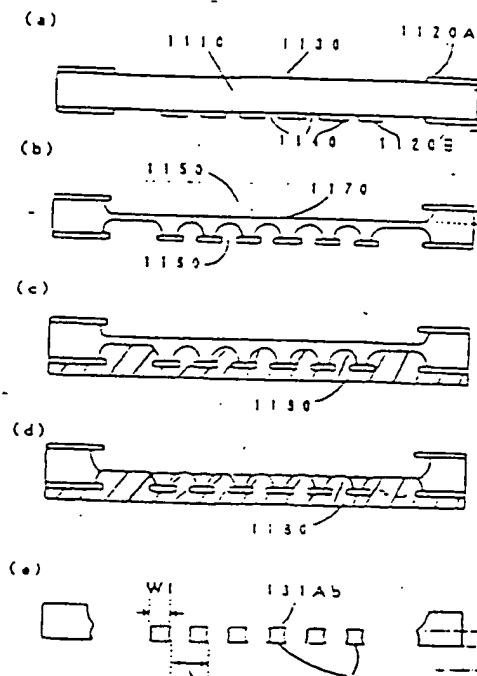
(図14)



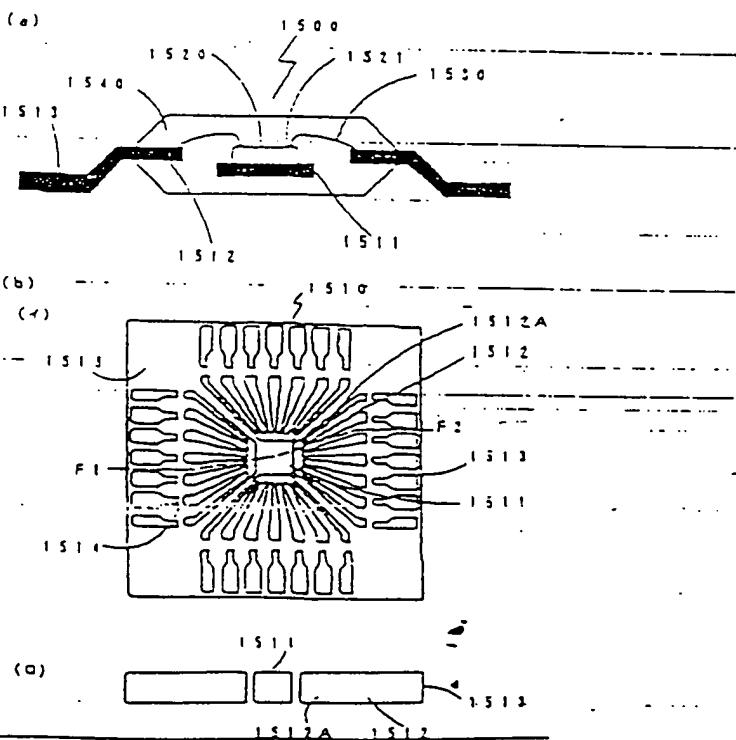
(図10)



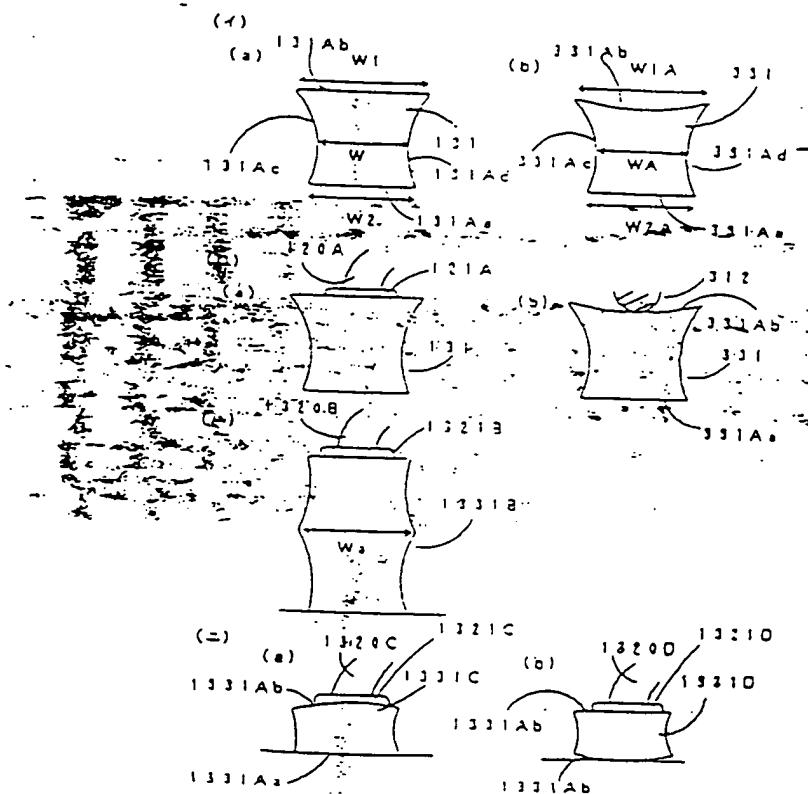
(図12)



(図15)



( 213 )



Japanese Patent Laid-Open Publication No. Heisei 9-8205

[TITLE OF THE INVENTION]

RESIN-ENCAPSULATED SEMICONDUCTOR DEVICE

5

[CLAIMS]

1. A resin-encapsulated semiconductor device using a lead frame which is shaped in accordance with a two-step etching process to a body wherein a thickness of inner leads is less than that of the lead frame blank, comprising:

inner leads having the thickness less than that of the lead frame blank; and

15 terminal columns integrally connected to the inner leads and having the same thickness with the lead frame blank, the terminal columns possessing a column-shaped configuration which is adapted to be electrically connected to an external circuit, the terminal columns being disposed outside of the inner leads in a manner such that they are 20 coupled to the inner leads in a direction orthogonal to the thickness-wise direction thereof, the terminal columns having terminal portions arranged on top ends thereof, the terminal portions being made of solders, etc. and exposed to the outside beyond a resin encapsulate, each inner lead 25 possessing a rectangular cross-section and having four

surfaces including a first surface, a second surface, a third surface and a fourth surface, the first surface being flushed with one surface of a remaining portion of the inner lead having the same thickness with the lead frame  
5 blank while being opposed to the second surface, and each of the third and fourth surfaces having a concave shape depressed toward the inside of the inner lead.

2. A resin-encapsulated semiconductor device using  
10 a lead frame which is shaped in accordance with a two-step etching process to a body wherein a thickness of inner leads is less than that of the lead frame blank,  
comprising:

15 inner leads having the thickness less than that of the lead frame blank; and

20 terminal columns integrally connected to the inner leads and having the same thickness with the lead frame blank, the terminal columns possessing a column-shaped configuration which is adapted to be electrically connected to an external circuit, the terminal columns being disposed outside of the inner leads in a manner such that they are coupled to the inner leads in a direction orthogonal to the thickness-wise direction thereof, portions of top ends of the terminal columns being exposed to the outside beyond a  
25 resin encapsulate, each inner lead possessing a rectangular

cross-section and having four surfaces including a first surface, a second surface, a third surface and a fourth surface, the first surface being flushed with one surface of a remaining portion of the inner lead having the same thickness with the lead frame blank while being opposed to the second surface, and each of the third and fourth surfaces having a concave shape depressed toward the inside of the inner lead.

10       3. The resin-encapsulated semiconductor device as claimed in claims 1 or 2, wherein a semiconductor chip is received inward of the inner leads, and electrodes of the semiconductor chip are electrically connected to the inner leads through wires, respectively.

15

4. The resin-encapsulated semiconductor device as claimed in claim 3, wherein the lead frame has a die pad, and the semiconductor chip is mounted onto the die pad.

20       5. The resin-encapsulated semiconductor device as claimed in claim 3, wherein the lead frame does not have a die pad, and the semiconductor chip is fastened to the inner leads using a reinforcing fastener tape.

25       6. The resin-encapsulated semiconductor device as

claimed in claims 1 or 2, wherein the semiconductor chip is fastened by means of insulating adhesive to the second surfaces of the inner leads on one surface thereof on which the electrodes are located, and the electrodes of the semiconductor chip are electrically connected to the first surfaces of the inner leads through wires, respectively.

7. The resin-encapsulated semiconductor device as claimed in claims 1 or 2, wherein the semiconductor chip is fastened to the second surfaces of the inner leads by bumps thereby to be electrically connected to the inner leads.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[FIELD OF THE INVENTION]

15 The present invention relates to a resin-encapsulated semiconductor device capable of meeting the requirement for an increase in the number of terminals and resolving problems which are caused in association with position shift and coplanarity of an outer lead.

20

[DESCRIPTION OF THE PRIOR ART]

FIG. 15(a) shows the configuration of a generally known resin-encapsulated semiconductor device (a plastic lead frame package). The shown resin-encapsulated 25 semiconductor device includes a die pad 1511 having a

semiconductor chip 1520 mounted thereon, outer leads 1513 to be electrically connected to the associated circuits, inner leads 1512 formed integrally with the outer leads 1513, bonding wires 1530 for electrically connecting the 5 tips of the inner leads 1512 to the bonding pad 1521 of the semiconductor chip 1520, and a resin 1540 encapsulating the semiconductor chip 1520 to protect the semiconductor chip 1520 from external stresses and contaminants. This resin- 10 encapsulated semiconductor device, after mounting the semiconductor chip 1520 on the bonding pad 1521, is manufactured by encapsulating the semiconductor chip 1520 with the resin. In this resin-encapsulated semiconductor device, the number of the inner leads 1512 is equal to that of the bonding pads 1521 of the semiconductor chip 1520. 15 And, FIG. 15(b) shows the configuration of a monolayer lead frame used as an assembly member of the resin-encapsulated semiconductor device shown in FIG. 15a. Such a lead frame includes the bonding pad 1511 for mounting the semiconductor chip, the inner leads 1512 to be electrically 20 connected to the semiconductor chip, the outer lead 1513 which is integral with the inner leads 1512 and is to be electrically connected to the associated circuits. This also includes dam bars 1514 serving as a dam when encapsulating the semiconductor chip with the resin, and a 25 frame 1515 serving to support the entire lead frame 1510.

Such a lead frame is formed from a highly conductive metal such as a cobalt, 42 alloy(a 42% Ni-Fe alloy), copper-based alloy by a pressing working process or an etching process.

FIG. 15(b)(□) is a cross-sectional view taken along the 5 line F1-F2 of FIG. 15(b)(イ).

Recently, there has been growing demand for the miniaturization and reduction in thickness of resin-encapsulated semiconductor device employing lead frames like the lead frame (plastic lead frame package) and the 10 increase of the number of terminals of resin-encapsulated semiconductor package as electronic apparatuses are miniaturized progressively and the degree of the integration of semiconductor device increase progressively. Thus, recent resin-encapsulated semiconductor package, 15 particularly quad plate package(QFPs) and thin quad flat packages (TQFPs) have each a greatly increased number of pins.

Lead frames having inner leads arranged at small pitches among lead frames for semiconductor packages are 20 fabricated by a photolithographic etching process, while lead frames having inner leads arranged at comparatively large pitches among lead frames for semiconductor packages are fabricated by press working. However, lead frames having a large number of fine inner leads to be used for 25 forming semiconductor packages having a large number of

pins are fabricated by subjecting a blank of a thickness on the order of 0.25 mm to an etching process, not a press working.

The etching process for forming a lead frame having fine inner leads will be described hereinafter with reference to FIG. 14. First, a copper alloy or 42 alloy thin sheet of a thickness on the order of 0.25 mm (a lead frame blank 1410) is cleaned perfectly (FIG. 14(a)). Then, a photoresist, such as a water-soluble casein photoresist containing potassium dichromate as a sensitive agent, is spread in photoresist films 1420 over the major surfaces of the thin film as shown in FIG. 14(b).

Then, the photoresist films are exposed, through a mask of a predetermined pattern, to light emitted by a high-pressure mercury lamp, and the thin sheet is immersed in a developer for development to form a patterned photoresist film 1430 as shown in FIG. 14(c). Then, the thin sheet is subjected, when need be, to a hardening process, a washing process and such, and then an etchant containing ferric chloride as a principal component is sprayed against the thin sheet 1010 to etch through portions of the thin sheet 1410 not coated with the patterned photoresist films 1020 so that inner leads of predetermined sizes and shapes are formed as shown in FIG. 14(d).

Then, the patterned resist films are removed, the patterned thin sheet 1410 is washed to complete a lead frame having the inner leads of desired shapes as shown in FIG. 14(e). Predetermined areas of the lead frame thus formed by the etching process are silver-plated. After being washed and dried, an adhesive polyimide tape is stuck to the inner leads for fixation, predetermined tab bars are bent, when need be, and the die pad depressed. In the etching process, the etchant etches the thin sheet in both the direction of the thickness and directions perpendicular to the thickness, which limits the miniaturization of inner lead pitches of lead frames. Since the thin sheet is etched from both the major surfaces as shown in FIG. 14 during the etching process, it is said, when the lead frame has a line-and-space shape, that the smallest possible intervals between the lines are in the range of 50 to 100% of the thickness of the thin sheet. From the viewpoint of forming the outer lead having a sufficient strength, generally, the thickness of the thin sheet must be about 0.125 mm or above. Furthermore, the width of the inner leads must be in the range of 70 to 80  $\mu$ m for successful wire bonding. When the etching process as illustrated in FIG. 14 is employed in fabricating a lead frame, a thin sheet of a small thickness in the range of 0.125 to 0.15 mm is used and inner leads are formed by etching so that the

fine tips thereof are arranged at a pitch of about 0.165 mm.

However, recent miniature resin-encapsulated semiconductor package requires inner leads arranged at 5 pitches in the range of 0.13 to 0.15 mm, far smaller than 0.165 mm. When a lead frame is fabricated by processing a thin sheet of a reduced thickness, the strength of the outer leads of such a lead frame is not large enough to withstand external forces that may be applied thereto in 10 the subsequent processes including an assembling process and a chip mounting process. Accordingly, there is a limit to the reduction of the thickness of the thin sheet to enable the fabrication of a minute lead frame having fine leads arranged at very small pitches by etching.

15 An etching method previously proposed to overcome such difficulties subjects a thin sheet to an etching process to form a lead frame after reducing the thickness of portions of the thin sheet corresponding to the inner leads of the lead frame by half etching or pressing to form 20 the fine inner leads by etching without reducing the strength of the outer leads. However, problems arise in accuracy in the subsequent processes when the lead frame is formed by etching after reducing the thickness of the portions corresponding to the inner leads by pressing; for 25 example, the smoothness of the surface of the plated areas

is unsatisfactory, the inner leads cannot be formed in a flatness and a dimensional accuracy required to clamp the lead frame accurately for bonding and molding, and a platemaking process must be repeated twice making the lead 5 fabricating process intricate. It is also necessary to repeat a platemaking process twice when the thickness of the portions of the thin sheet corresponding to the inner leads is reduced by half etching before subjecting the thin sheet to an etching process for forming the lead frame, 10 which also makes the lead frame fabricating process intricate. Thus, this previously proposed etching method has not yet been applied to practical lead frame fabricating processes.

15 [SUBJECT MATTERS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

On the other hand, because a pitch among inner leads is made narrow as the number of terminals is increased, it is considered important to know whether a problem is caused or not in association with position shift or coplanarity of 20 an outer lead when implementing a chip mounting process. Accordingly, the present invention has been made in an effort to solve the problems occurring in the related art, and an object of the present invention is to provide a resin-encapsulated semiconductor device capable of meeting 25 the requirement for an increase in the number of terminals

and resolving problems which are caused in association with position shift and coplanarity of an outer lead.

(MEANS FOR SOLVING THE SUBJECT MATTERS)

5        According to one aspect of the present invention, there is provided a resin-encapsulated semiconductor device using a lead frame which is shaped in accordance with a two-step etching process to a body wherein a thickness of inner leads is less than that of the lead frame blank,  
10      comprising: inner leads having the thickness less than that of the lead frame blank; and terminal columns integrally connected to the inner leads and having the same thickness with the lead frame blank, the terminal columns possessing a column-shaped configuration which is adapted to be  
15      electrically connected to an external circuit, the terminal columns being disposed outside of the inner leads in a manner such that they are coupled to the inner leads in a direction orthogonal to the thickness-wise direction thereof, the terminal columns having terminal portions  
20      arranged on top ends thereof, the terminal portions being made of solders, etc. and exposed to the outside beyond a resin encapsulate, outer surfaces of the terminal columns also being exposed to the outside beyond the resin encapsulate, each inner lead possessing a rectangular  
25      cross-section and having four surfaces including a first

surface, a second surface, a third surface and a fourth surface, the first surface being flushed with one surface of a remaining portion of the inner lead having the same thickness with the lead frame blank while being opposed to the second surface, and each of the third and fourth surfaces having a concave shape depressed toward the inside of the inner lead.

According to another aspect of the present invention, there is provided a resin-encapsulated semiconductor device using a lead frame which is shaped in accordance with a two-step etching process to a body wherein a thickness of inner leads is less than that of the lead frame blank, comprising: inner leads having the thickness less than that of the lead frame blank; and terminal columns integrally connected to the inner leads and having the same thickness with the lead frame blank, the terminal columns possessing a column-shaped configuration which is adapted to be electrically connected to an external circuit, the terminal columns being disposed outside of the inner leads in a manner such that they are coupled to the inner leads in a direction orthogonal to the thickness-wise direction thereof, portions of top ends of the terminal columns being exposed to the outside beyond a resin encapsulate, outer surfaces of the terminal columns also being exposed to the outside beyond the resin encapsulate, each inner lead

possessing a rectangular cross-section and having four surfaces including a first surface, a second surface, a third surface and a fourth surface, the first surface being flushed with one surface of a remaining portion of the 5 inner lead having the same thickness with the lead frame blank while being opposed to the second surface, and each of the third and fourth surfaces having a concave shape depressed toward the inside of the inner lead.

According to another aspect of the present invention, 10 a semiconductor chip is received inward of the inner leads, and electrodes (pads) of the semiconductor chip are electrically connected to the inner leads through wires, respectively. According to another aspect of the present invention, the lead frame has a die pad, and the 15 semiconductor chip is mounted onto the die pad. According to another aspect of the present invention, the lead frame does not have a die pad, and the semiconductor chip is fastened to the inner leads using a reinforcing fastener tape. According to still another aspect of the present 20 invention, the semiconductor chip is fastened by means of insulating adhesive to the second surfaces of the inner leads on one surface thereof on which the electrodes are located, and the electrodes of the semiconductor chip are electrically connected to the first surfaces of the inner 25 leads through wires, respectively. According to yet still

another aspect of the present invention, the semiconductor chip is fastened to the second surfaces of the inner leads by bumps thereby to be electrically connected to the inner leads. In the above descriptions, in the case that the 5 terminal columns have terminal portions which are arranged on top ends of the terminal columns, with the terminal portions made of solders, etc. and exposed to the outside beyond the resin encapsulate, while it is the norm that the terminal portions comprising the solders, etc. are exposed 10 to the outside beyond the resin encapsulate, it is not necessarily required for the terminal portions to be projected beyond the resin encapsulate. Moreover, while it is possible to use the outside surfaces of the terminal columns while they are not encapsulated by the resin 15 encapsulate and they are exposed to the outside, the outside surfaces of the terminal columns which are not encapsulated by the resin encapsulate, can be covered by a protective frame using adhesive, etc.

20 [WORKING FUNCTIONS]

The resin-encapsulated semiconductor device in accordance with the present invention can meet a demand for an increase in the number of terminals. At the same time, in the resin-encapsulated semiconductor device, because the 25 forming process of the outer leads as in the case of using

a mono-layered lead frame shown in FIG. 13(b) is not required, it is possible to provide a semiconductor device in which no problems are caused in association with position shift and coplanarity of the outer leads. More 5 particularly, the use of a multi-pinned lead frame shaped in a manner that inner leads have a thickness less than that of the lead frame blank by a two-step etching process, that is, the inner leads are arranged at a fine pitch, can meet a demand for an increase in the pin number of the 10 semiconductor device. Furthermore, by using the lead frame which is fabricated by a two-step etching process as will be described later with reference to FIG. 1, the second surface of each inner lead has coplanarity, and is excellent in wire-bonding property. In addition, since the 15 first surface of the inner lead is also a flat surface and the third and fourth surfaces are depressed toward the inside of the inner lead, the inner leads are stable and coplanarity width upon wire bonding process can be enlarged.

20

[EMBODIMENTS]

Embodiments of the resin-encapsulated semiconductor device in accordance with the present invention will now be described with reference to the attached drawings. First, 25 a resin-encapsulated semiconductor device in accordance

with a first embodiment of the present invention will be described hereinafter with reference to FIGs. 1 and 2. FIG. 1(a) is a cross-sectional view of the resin-encapsulated semiconductor device according to the first embodiment of the present invention. FIG. 1(b) is a cross-sectional view of an inner lead taken along the line A1-A2 of FIG. 1(a), and FIG. 1(c) is a cross-sectional view of a terminal column taken along the line B1-B2 of FIG. 1(a). Moreover, FIG. 2(a) is a perspective view of the resin-encapsulated semiconductor device according to the first embodiment of the present invention, FIG. 2(b) is a front view of the resin-encapsulated semiconductor device of FIG. 2(a), and FIG. 2(c) is a bottom view of the resin-encapsulated semiconductor device of FIG. 2(a). In FIGs. 1 and 2, a drawing reference numeral 100 represents a resin-encapsulated semiconductor device, 110 a semiconductor chip, 111 electrodes (pads), 120 wires, 130 a lead frame, 131 inner leads, 131Aa a first surface, 131Ab a second surface, 131Ac a third surface, 131Ad a fourth surface, 133 terminal columns, 133A terminal portions, 133B side surfaces, 133S a top surface, 135 a die pad, and 140 a resin encapsulate.

In the resin-encapsulated semiconductor device according to the first embodiment, as shown in FIG. 1(a), the semiconductor chip 110 is placed inward of the inner

leads 131. As can be readily seen from FIG. 1(a), the semiconductor chip 110 is mounted on the die pad 135 at one surface thereof which is opposed to the other surface thereof where the electrodes (pads) 111 of the semiconductor chip 110 are arranged. Each electrode (pad) 111 is electrically connected to the second surface 131Ab of the inner lead 131 through the wire 120. The electrical connection between the resin-encapsulated semiconductor device 100 of this embodiment and an external circuit is achieved by mounting the resin-encapsulated semiconductor device 100 via the terminal portions 133A each being made of a semi-spherical solder, on a printed circuit substrate, with the terminal portions 133A located on the top surfaces 133S of the terminal columns 133, respectively. In the resin-encapsulated semiconductor device of the first embodiment of the present invention, it is not necessarily required to provide a protective frame 180, and instead, a structure, as shown in FIG. 1(d), in which no protective frame is used can be adopted.

The lead frame 130 used in the semiconductor device 100 according to the first embodiment is made of a 42% nickel-iron alloy. Therefore, the lead frame 130A which has a contour as shown in FIG. 9(a) and is shaped by an etching process, is used as the lead frame 130. The lead frame 130 has inner leads 131 which are shaped to have a

thickness less than that of the terminal columns 133 or other portions. Dam bars 136 serve as a dam when encapsulating the semiconductor chip 110 with a resin. Moreover, although the lead frame 130A which is processed by etching to have the contour as shown in FIG. 9(a) is used in this embodiment, the lead frame is not limited to such a contour because portions except the inner leads 131 and the terminal columns 133 are not necessary. The inner leads 131 have a thickness of 40  $\mu$ m whereas the portions of the lead frame 130 other than the inner leads 131 have a thickness of 0.15 mm which corresponds to the thickness of the lead frame blank. The other portions of the lead frame 130 except the inner leads 131 may not have the thickness of 0.15 mm, but have a thickness of 0.125 mm-0.50 mm which is thinner. The tips of the inner leads 131 have a small pitch of 0.12 mm so as to achieve an increase in the number of terminals for semiconductor devices. The second face 131Ab of the inner lead 131 has a substantially flat profile so as to allow an easy wire bonding thereon. Also, as shown in FIG. 1(b), because the third and fourth faces 131Ac and 131Ad have a concave shape which is depressed toward the inside of the associated inner lead, a high strength can be obtained even though the second face (wire bonding surface) 131Ab is narrowed.

In the present embodiment, since twisting does not

occur in the inner leads 131 irrespective of whether the inner leads 131 is long or not. The inner leads having the contour, as shown in FIG. 9(a), in which the tips of the inner leads 131 are separated one from another, are prepared by the etching process, and the inner leads are resin-encapsulated after mounting the semiconductor chip thereon as will be described later. However, where the inner leads 131 are long in their length and have a tendency for the generation of twisting therein, it is impossible to fabricate the lead frame by etching to have the contour as shown in FIG. 9(a). Therefore, after etching the lead frame in a state where the tips of the inner leads are fixed to the connecting portion 131B as shown in FIG. 9(c)(1), the inner leads 131 are fixed with the reinforcing tape 160 as shown in FIG. 9(c)(□). Then, the connecting portions 131B which are not necessary in the fabrication of the resin-encapsulated semiconductor device are removed by a press as shown in FIG. 9(c)(△), and a semiconductor device is then mounted on the lead frame.

Hereinafter, a method for the fabrication of the resin-encapsulated semiconductor device will now be described with reference to FIG. 8. First, the lead frame 130A, as shown in FIG. 9(a), which is shaped by the etching process as will be described later, is prepared such that the second surfaces 131Ab of the inner leads 131 are

directed upward (FIG. 8(a)).

Then, the semiconductor chip 110 is mounted onto the die pad 135 such that the surfaces of the semiconductor chip 110 on which the electrodes 111 are arranged, are directed upward (FIG. 8(b)).

Next, after the semiconductor chip 110 is fastened onto the die pad 135, the electrodes 111 of the semiconductor chip 110 and the second surfaces 131Ab of the inner leads 131 are bonded with each other using wires 120 (FIG. 8(c)).

Subsequently, encapsulation is carried out with the conventional resin encapsulate 140. Thereafter, unnecessary portions of the lead frame 130 which are protruded from the resin encapsulate 140 are cut by a press to form terminal columns 133 and also the side surfaces 133B of the terminal columns 133 (FIG. 8(d)).

Then, the dam bars 136, the frame portions 137, etc. of the lead frame 130A as shown in FIG. 9 are removed. Next, the terminal portions 133A each made of the semi-spherical solder are arranged on the outer surface of each terminal column 133 to fabricate a resin-encapsulated semiconductor device (FIG. 8(e)).

Thereafter, the protective frame 180 is arranged by means of adhesive around an entire outer surface of the resultant structure in such a manner that the side surfaces

of the terminal columns 133 are covered thereby (FIG. 8(f)). At this time, the protective frame 180 functions to reinforce the semiconductor device. In other words, the protective frame 180 serves to prevent moisture from leaking into a gap between the resin encapsulate and the terminal columns due to the fact that the side surfaces of the terminal columns are exposed to the outside, whereby a crack is not formed in the semiconductor device and the breakage of the semiconductor device is avoided. However, 10 persons skilled in the art will readily appreciate that it is not necessarily required to provide the protective frame 180. Also, when such an encapsulating process by the resin is carried out using a desired mold, the encapsulating process is implemented in a state wherein the outer side 15 surfaces of the terminal columns of the lead frame are somewhat protruded out of the resin encapsulate.

A method for etching the lead frame of the first embodiment will now be described in conjunction with the attached drawings. FIG. 11 is of cross-sectional views 20 respectively illustrating sequential steps of the etching process for the lead frame of the first embodiment. In particular, the cross-sectional views of FIG. 1 correspond to a cross section taken along the line D1-D2 of FIG. 9(a). In FIG. 11, the reference numeral 1110 denotes a lead frame 25 blank, 1120A and 1120B resist patterns, 1130 first opening,

1140 second openings, 1150 first concave portions, 1160 second concave portions, 1170 flat surfaces, and 1180 an etch-resistant layer. First, a water-soluble casein resist using potassium dichromate as a sensitive agent is coated over both surfaces of the lead frame blank 1110 made of a 5 42 $\frac{1}{2}$  nickel-iron alloy and having a thickness of about 0.15 mm. Using desired pattern plates, the resist films are patterned to form resist patterns 1120A and 1120B having first opening 1130 and second openings 1140, respectively 10 (FIG. 11(a)).

The first opening 1130 is adapted to etch the lead frame blank 1110 to have a flat etched bottom surface to a thickness smaller than that of the lead frame blank 1110 in a subsequent process. The second openings 1140 are adapted 15 to form desired shapes of tips of inner leads. Although the first opening 1130 includes at least an area forming the tips of the inner leads 1110, a topology generated by partially thinned portion by etching in a subsequent process can cause hindrance in a taping process or a 20 clamping process for fixing the lead frame. Thus, an area to be etched needs to be large without being limited to fine portions of the tips of the inner leads. Thereafter, both surfaces of the lead frame blank 1110 formed with the 25 resist patterns are etched using a 48 Be' ferric chloride solution of a temperature of 57°C at a spray pressure of

2.5 kg/cm<sup>2</sup>. The etching process is terminated at the point of time when first recesses 1150 etched to have a flat etched bottom surface have a depth h corresponding to 2/3 of the thickness of the lead frame blank (FIG. 11(b)).

5        Although both surfaces of the lead frame blank 1110 are simultaneously etched in the primary etching process, it is not necessary to simultaneously etch both surfaces of the lead frame blank 1110. The reason why both surfaces of the lead frame blank 1110 are simultaneously etched, as in 10      this embodiment, is to reduce the etching time taken in a secondary etching process as will be described later. The total time taken for the primary and secondary etching processes is less than that taken in the case of etching of only one surface of the lead frame blank on which the 15      resist pattern 1120B is formed. Subsequently, the surface provided with the first recesses 1150 respectively etched at the first opening 1130 is entirely coated with an etch-resistant hot-melt wax (acidic wax type MR-WB6, The Incotec Inc.) by a die coater to form an etch-resistant 20      layer 1180 so as to fill up the first recesses 1150 and to cover the resist pattern 1120A (FIG. 11(c)).

25      It is not necessary to coat the etch-resistant layer 1180 over the entire portion of the surface provided with the resist pattern 1120A. However, it is preferred that the etch-resistant layer 1180 be coated over the entire

portion of the surface formed with the first recesses 1150 and first opening 1130, as shown in FIG. 11(c), because it is difficult to coat the etch-resistant layer 1180 only on the surface portion including the first recesses 1150.

5      Although the etch-resistant layer 1180 wax employed in this embodiment is an alkali-soluble wax, any suitable wax resistant to the etching action of the etchant solution and remaining somewhat soft during etching may be used. A wax for forming the etch-resistant layer 1180 is not limited to

10     the above-mentioned wax, but may be a wax of a UV-setting type. Since each first recess 1150 etched by the primary etching process at the surface formed with the pattern adapted to form a desired shape of the inner lead tip is filled up with the etch-resistant layer 1180, it is not

15     further etched in the following secondary etching process. The etch-resistant layer 1180 also enhances the mechanical strength of the lead frame blank for the second etching process, thereby enabling the second etching process to be conducted while keeping a high accuracy. It is also

20     possible to enable a second etchant solution to be sprayed at an increased spraying pressure, for example, 2.5 kg/cm<sup>2</sup> or above, in the secondary etching process. The increased spraying pressure promotes the progress of etching in the direction of the thickness of the lead frame blank in the

25     secondary etching process. Then, the lead frame blank is

subjected to a secondary etching process. In this secondary etching process, the lead frame blank 1110 is etched at its surface formed with first recesses 1150 having a flat etched bottom surface, to completely 5 perforate the second recesses 1160, thereby forming the tips of inner leads 131A (FIG. 11(d)).

The bottom surface 1170 of each recess formed by the primary etching process is flat. However, both side surfaces of each recess positioned at opposite sides of the 10 bottom surface 1170 have a concave shape depressed toward the inside of the inner lead. Then, the lead frame blank is cleaned. After completion of the cleaning process, the etch-resistant layer 1180, and resist films (resist patterns 1120A and 1120B) are sequentially removed. Thus, 15 a lead frame 130A having a structure of FIG. 9(a) is obtained in which tips of the inner leads 131A are arranged at a fine pitch. The removal of the etch-resistant layer 1180 and resist films (resist patterns 1120A and 1120B) is achieved using a sodium hydroxide solution serving to 20 dissolve them.

The processes for manufacturing the lead frame as shown in FIG. 11, is to form by means of etching the lead frame having the tips of the inner leads used in this embodiment of the present invention, which have a thickness 25 less than that of the lead frame. Especially, the first

surfaces 131Aa of the tips of the inner leads as shown in FIG. 1, are flushed with one surfaces of remaining portions of the inner leads having the same thickness with the lead frame while being opposed to the second surfaces 131Ab, and the third and fourth surfaces are formed to have a concave shape which is depressed toward the inside of the inner leads. Where a semiconductor chip is mounted on the second surfaces 131Ab of the inner leads by means of bumps for an electrical connection therebetween, as in a semiconductor device according to a third embodiment as will be described hereinafter, an increased tolerance for the connection by bumps is obtained when the second surface 131Ab has a concave shape depressed toward the inside of the inner lead. To this end, an etching method shown in FIG. 12 is adopted in this case. The etching method shown in FIG. 12 is the same as that of FIG. 11 in association with its primary etching process. After completion of the primary etching process, the etching method is conducted in a manner different from that of the etching method of FIG. 11 in that the second etching process is conducted at the side of the first recesses 1150 after filling up the second recesses 1160 by the etch-resist layer 1180, thereby completely perforating the second recesses 1160. At this time, by implementing the primary etching process, etching at the side of the second openings 1140 is performed in a

sufficient manner. The cross section of each inner lead, including its tip, formed in accordance with the etching method of FIG. 12, has a concave shape depressed toward the inside of the inner lead at the second surface 131AB, as shown in FIG. 6(b).

The etching method in which the etching process is conducted at two separate steps, respectively, as in that of FIGs. 11 and 12, is generally called a "two-step etching method". This etching method is advantageous in that a desired fineness can be obtained. The etching method used to fabricate the lead frame 130A of the, first embodiment shown in FIG. 9 involves the two-step etching method and the method for forming a desired shape of each lead frame portion while reducing the thickness of each pattern formed. In particular, the etching method makes it possible to achieve a desired fineness. In accordance with the method illustrated in FIGs. 11 and 12, the fineness of the tip of each inner lead 131A formed by this method is dependent on the shape of the second recesses 1160 and the thickness  $t$  of the inner lead tip which is finally obtained. For example, where the blank has a thickness  $t$  reduced to 50  $\mu\text{m}$ , the inner leads can have a fineness corresponding to a lead width  $W_1$  of 100  $\mu\text{m}$  and a tip pitch  $p$  of 0.15 mm, as shown in FIG. 11(e). In the case of using a small blank thickness  $t$  of about 30  $\mu\text{m}$  and a lead

width  $W_1$  of 70  $\mu\text{m}$ , it is possible to form inner leads having a fineness corresponding to an inner lead pitch  $p$  of 0.12 mm. Of course, it may be possible to form inner leads having a further reduced tip pitch by adjusting the blank thickness  $t$  and the lead width  $W_1$ . That is to say, an inner lead tip pitch  $p$  up to 0.08 mm, a blank thickness up to 25  $\mu\text{m}$ , and a lead width  $W_1$  up to 40  $\mu\text{m}$  can be obtained.

In the case where twisting of the inner leads does not occur in the fabricating process, as in the case where the inner leads are short in their length, a lead frame illustrated in FIG. 9(a) can be directly obtained. However, where the inner leads are long in length as compared to those of the first embodiment, the inner leads have tendency for the generation of twisting. Thus, in this case, the lead frame is obtained by etching in a state where the tips of the inner leads are bound to each other by a connecting member 131B as shown in FIG. 9(c)(1). Then, the connecting member 131B which is not necessary for the fabrication of a semiconductor package is cut off by means of a press to obtain a lead frame shaped as shown in FIG. 9(a).

Moreover, as described above, where unnecessary portions in a structure shown in FIG. 9(c)(1) are cut to obtain the lead frame having the contour shown in FIG.

9(a), a reinforcing tape 160 (a polyimide tape) is generally used, as shown in FIG. 9(c)( $\wedge$ ). While the connecting member 131B is cut off by means of a press to obtain the contour shown in FIG. 9(c)( $\square$ ), a semiconductor device is mounted on the lead frame still having the reinforcing tape attached thereon. Also, the mounted semiconductor device is encapsulated with a resin in a condition where the lead frame still has the tape. The line E11-E12 illustrates a cut portion.

10        The tip of the inner lead 131 of the lead frame used in the semiconductor device of this first embodiment has a cross-sectional shape as shown in FIG. 13(1)(a). The tip 131A has an etched flat surface (second surface) 131Ab which is substantially flat and therefore has a width  $W_1$  slightly greater than the width  $W_2$  of an opposite surface. The widths  $W_1$  and  $W_2$  (about 1000  $\mu\text{m}$ ) are more than the width  $W$  at the central portion of the tips when viewed in the direction of the inner lead thickness. Thus, the tip of the inner lead has a cross-sectional shape having 15 opposite wide surfaces. To this end, although either of the opposite surfaces of the tip 131A can be easily electrically connected to a semiconductor device (not shown) by a wire 120A or 120B, this embodiment illustrates the use of the etched flat surface for wire-bonding as 20 25 shown in FIG. 13( $\square$ )(a). In FIG. 13, a reference numeral

131Ab depicts an etched flat surface, 131Aa a surface of a lead frame blank, and 121A and 121B, respectively, a plated portion. In the case of FIG. 13(口)(a), there has particularly excellent in wire-bonding property, because 5 the etched flat surface does not have roughness. FIG. 13(八) shows that the tip 1331B of the inner lead of the lead frame fabricated according to the process illustrated in FIG. 14 is wire-bonded to a semiconductor device. In this case, however, both the opposite surfaces of the tip 10 1331B of the inner lead are flat, but have a width smaller than that in a direction of the inner lead thickness. In addition to this, as both the opposite surfaces of the tip 1331B is formed of surfaces of the lead frame blank, these surfaces have an inferior wire-bonding property as compared 15 to that of the etched flat surface of this first embodiment. FIG. 13(二) shows that the inner lead tip 1331C or 1331D, obtained by thinning in its thickness by a means of a press (coining) and then by etching, is wire-bonded to a semiconductor device (not shown). In this 20 case, however, a pressed surface of the inner lead tip is not flat as shown FIG. 13(二). Thus, the wire-bonding on either of the opposite surfaces as shown in FIG. 13(二)(a) or FIG. 13(二)(b) often results in an insufficient wire-bonding stability and a problematic quality. The drawing 25 reference numeral 1331Ab represents a coining surface.

A modified example of the resin-encapsulated semiconductor device in accordance with the first embodiment of the present invention will be described hereinafter. FIGS. 3(a) through 3(e) are cross-sectional views of the modified example of the resin-encapsulated semiconductor device in accordance with the first embodiment of the present invention. The semiconductor device of the modified example as shown in FIG. 3(a), is different from that of the first embodiment in that a position of the die pad 135 is changed, that is, the die pad 135 is exposed to the outside. By the fact that the die pad 135 is exposed to the outside, the heat dissipation property is improved as compared to the first embodiment. Also, in the semiconductor device of the modified example as shown in FIG. 3(b), because the die pad 135 is exposed to the outside, the heat dissipation property is improved as compared to the first embodiment. Unlike the first embodiment or the modified example as shown in FIG. 3(a), in the present modified example as shown in FIG. 3(b), because a direction of the semiconductor device 110 is changed, the first surfaces of the lead frame are established as the wire bonding surfaces. The modified examples as shown in FIGS. 3(c), 3(d) and 3(e), illustrate semiconductor devices which are obtained by modifying the semiconductor devices of the first embodiment, the modified

example as shown in FIG. 3(a) and the modified example as shown in FIG. 3(b), wherein the semi-spherical solders are not used, and instead, the top surfaces of the terminal columns are directly used as the terminal portions, whereby  
5 an entire manufacturing procedure can be simplified.

Next, a resin-encapsulated semiconductor device in accordance with a second embodiment of the present invention will be described. FIG. 4(a) is a cross-sectional view of the resin-encapsulated semiconductor  
10 device in accordance with the second embodiment of the present invention, FIG. 4(b) is a cross-sectional view illustrating inner leads, taken along the line A3-A4 of FIG. 4(a), and FIG. 4(c) is a cross-sectional view illustrating a terminal column, taken along the line B3-B4  
15 of FIG. 4(a). Because an outer appearance of the semiconductor device of the second embodiment is substantially the same as that of the first embodiment, it is not illustrated in the drawings. In FIG. 3, the drawing reference numeral 200 represents a semiconductor device,  
20 210 a semiconductor chip, 211 electrodes (pads), 220 wires,  
230 a lead frame, 231 inner leads, 231Ab a second surface,  
231Ac a third surface, 231Ad a fourth surface, 233 terminal  
columns, 233A terminal portions, 233B side surfaces, 233S  
top surfaces, 240 a resin encapsulate, and 270 a  
25 reinforcing fastener tape. In the semiconductor device of

this second embodiment, the lead frame 230 does not have a die pad, the semiconductor chip 210 is fastened to the inner leads 231 by the reinforcing fastener tape 270, and the semiconductor chip 210 is electrically connected at its 5 electrodes (pads) 211 to the second surfaces 231Ab of the inner leads 231 by wires 220. Also, in the case of this second embodiment, similarly to the first embodiment, the electrical connection between the resin-encapsulated semiconductor device 200 of this embodiment and an external 10 circuit is achieved by mounting the resin-encapsulated semiconductor device 200 via the terminal portions 233A each being made of a semi-spherical solder, on a printed circuit substrate, with the terminal portions 233A located on the top surfaces 233S of the terminal columns 233, 15 respectively.

In addition, the semiconductor device of this second embodiment does not have a die pad as shown in FIGs. 10(a) and 10(b). The manufacturing method of the semiconductor device of this embodiment using the lead frame 230A which 20 is shaped by the etching process is substantially the same as that of the first embodiment except that, while in the case of the first embodiment, the wire bonding process and resin encapsulating process are performed in a state wherein the semiconductor chip is fastened to the inner 25 leads, in the case of the second embodiment, the wire

bonding process and resin encapsulating process are performed in a state wherein the semiconductor chip 210 is fastened together with the inner leads 231 by the reinforcing fastener tape 270. Also, the cutting process 5 for the unnecessary portions and the terminal portion forming process after resin encapsulating process are implemented in the same way as the first embodiment. The lead frame 230 as shown in FIG. 10(a) is obtained in the same manner by which the lead frame 130A as shown in FIG. 10 10(a) is obtained. In other words, by cutting the resultant structure obtained after etching the structure as shown in FIG. 10(c)(1), the contour as shown in FIG. 10(a) is obtained. At this time, the conventional reinforcing fastener tape 260 (the polyimide tape) as shown in FIG. 10(c)(□), which performs a reinforcing function is used.

FIG. 5(a) through 5(c) are cross-sectional views illustrating modified examples of the semiconductor device of the second embodiment. The semiconductor device as shown in FIG. 5(a) is different from the semiconductor 20 device of the second embodiment, in that the surface of the semiconductor chip thereof which has the electrodes is directed downward. The modified examples as shown in FIGs. 5(b) and 5(c), illustrate semiconductor devices which are obtained by modifying the semiconductor devices of the 25 second embodiment and the modified example as shown in FIG.

5(a), wherein the semi-spherical solders are not used, and instead, the top surfaces of the terminal columns are directly used as the terminal portions. In these examples, because a protective frame is not used and the side 5 surfaces 333B of the terminal columns 333 are exposed to the outside, a checking operation by a test, etc. can be easily performed.

Hereinafter, a resin-encapsulated semiconductor device in accordance with a third embodiment of the present 10 invention will be described. FIG. 6(a) is a cross-sectional view of the resin-encapsulated semiconductor device of the third embodiment, FIG. 6(b) is a cross-sectional view illustrating inner leads, taken along the line A5-A6 of FIG. 6(a), and FIG. 6(c) is a cross-sectional 15 view illustrating a terminal column, taken along the line B5-B6 of FIG. 6(b). Because an outer appearance of the semiconductor device of the this third embodiment is substantially the same as that of the first embodiment, it is not illustrated in the drawings. In FIG. 6, the drawing 20 reference numeral 300 represents a semiconductor device, 310 a semiconductor chip, 312 bumps, 330 a lead frame, 331 inner leads, 331Aa a first surface, 331Ab a second surface, 331Ac a third surface, 331Ad a fourth surface, 333 terminal 25 columns, 333A terminal portions, 333B side surfaces, 333S top surfaces, 340 a resin encapsulate, and 350 a

reinforcing fastener tape. In the semiconductor device of this third embodiment, the semiconductor chip 310 is fastened to the second surfaces 331Ab of the inner leads 331 by the bumps 311 thereby to be electrically connected to the second surfaces 331Ab. The lead frame 330 has a contour as shown in FIGs. 10(a) and 10(b), which is formed by the etching process of FIG. 11. As shown in FIG. 13(1)(b), both widths W1A and W2A (about 100  $\mu$ m) at top and bottom ends of the inner leads 331 are larger than a width WA at a center portion in a thickness-wise direction. Due to the fact that the second surfaces 331Ab of the inner leads 331 is depressed toward the inside of the inner leads and the first surfaces 331Aa are flat, a desired fineness can be obtained. Also, when the second surfaces 331Ab of the inner leads 331 are electrically connected to the semiconductor chip via bumps, easy connection can be accomplished as shown in FIG. 13(□)(b). Further, in the case of this third embodiment, as in the case of the first and second embodiments, the electrical connection between the resin-encapsulated semiconductor device 300 of this embodiment and an external circuit is achieved by mounting the resin-encapsulated semiconductor device 300 via the terminal portions 333A each being made of a semi-spherical solder, on a printed circuit substrate, with the terminal portions 333A located on the top surfaces of the terminal

columns 333, respectively.

In addition, unlike the semiconductor device of the first embodiment, the semiconductor device of this third embodiment uses a lead frame which is shaped by the etching process as shown in FIG. 12. However, the manufacturing method of the semiconductor device of this embodiment is substantially the same as that of the first embodiment except that, while in the case of the first embodiment, the wire bonding process and resin encapsulating process are performed in a state wherein the semiconductor chip is fastened to the inner leads, in the case of this third embodiment, the wire bonding process and resin encapsulating process are performed in a state wherein the semiconductor chip 310 is fastened to the inner leads 331 via the bumps. Also, the cutting process for the unnecessary portions and the terminal portion forming process after resin encapsulating process are implemented in the same way as the first embodiment.

FIG. 6(d) is a cross-sectional view illustrating a modified example of the semiconductor device in accordance with the third embodiment of the present invention. In the modified example of the semiconductor device as shown in FIG. 6(d), the terminal portions each comprising the semi-spherical solder are not provided, and the top surfaces of the terminal columns are directly used as the terminal

portions. Because the protective frame is not used and the side surfaces 333B of the terminal columns 333 are exposed to the outside, a checking operation by a test, etc. can be easily performed.

5       Hereinafter, a resin-encapsulated semiconductor device in accordance with a fourth embodiment of the present invention will be described. FIG. 7(a) is a cross-sectional view of the resin-encapsulated semiconductor device of the fourth embodiment, FIG. 7(b) is a cross-  
10      sectional view illustrating inner leads, taken along the line A7-A8 of FIG. 7(a), and FIG. 7(c) is a cross-sectional view illustrating a terminal column, taken along the line B7-B8 of FIG. 7(b). Because an outer appearance of the semiconductor device of this fourth embodiment is  
15      substantially the same as that of the first embodiment, it is not illustrated in the drawings. In FIG. 7, the drawing reference numeral 400 represents a semiconductor device, 410 a semiconductor chip, 411 pads, 430 a lead frame, 431 inner leads, 431Aa a first surface, 431Ab a second surface,  
20      431Ac a third surface, 431Ad a fourth surface, 433 terminal columns, 433A terminal portions, 433B side surfaces, 433S top surfaces, 440 a resin encapsulate, and 470 insulating adhesive. In the semiconductor device of this fourth embodiment, one surface of the semiconductor chip 410 on  
25      which the pads 411 are disposed is fastened to the second

surfaces 431Ab of the inner leads 431 by the insulating adhesive 470, and the pads 411 and the first surfaces 431Aa of the inner leads 431 are electrically connected with each other by wires 420. The semiconductor device of this 5 fourth embodiment uses the same lead frame which is used in the third embodiment, which has the contour as shown in FIG. 10(a) and 10(b). Also, in the case of this fourth embodiment, as in the case of the first and second embodiments, the electrical connection between the resin-10 encapsulated semiconductor device 400 of this embodiment and an external circuit is achieved by mounting the resin-encapsulated semiconductor device 400 via the terminal portions 433A each being made of a semi-spherical solder, on a printed circuit substrate, with the terminal portions 15 433A located on the top surfaces of the terminal columns 433, respectively.

FIG. 7(d) is a cross-sectional view illustrating a modified example of the semiconductor device in accordance with the fourth embodiment of the present invention. In 20 the modified example of the semiconductor device as shown in FIG. 7(d), the terminal portions each comprising the semi-spherical solder are not provided, and the top surfaces of the terminal columns are directly used as the terminal portions. Because the protective frame is not 25 used and the side surfaces 433B of the terminal columns 433

are exposed to the outside, a checking operation by a test, etc. can be easily performed.

[EFFECTS OF THE INVENTION]

5        The present invention provides a resin-encapsulated semiconductor device employing the above-mentioned lead frame, which is capable of meeting a demand for the increased terminal number. Furthermore, the resin-encapsulated semiconductor device in accordance with this  
10      invention does not require a process of cutting or bending the dam bars as in the case of using a lead frame having outer leads as shown in FIG. 13(b). As a result of this, the resin-encapsulated semiconductor device does not have a problem in that the outer leads are bent, or a problem  
15      associated with coplanarity. In addition to these advantages, the resin-encapsulated semiconductor device has a shortened interconnection length as compared to the QTP or the BGA, whereby the semiconductor device can be reduced in a parasitic capacity, and shortened in a transfer delay  
20      time.

591543 v1